www.farelettronica.com

fare elettronica
Divulgazione & Didattica

n. 285 MARZO - Anno XXV - € 6,00

per l'esame di maturità

UNA LAMPADA DI EMERGENZA A LED

GIOCO DI LUCI IN PWM

REMOTIZZAZIONE DI COMANDI VIA RS232

USI ALTERNATIVI DEL TIMER 555 CMOS

UNA ORIGINALE INSEGNA LUMINOSA

I FILTRI PER GLI ALIMENTATORI LINEARI

IDEE DI PROGETTO

- SENSORE DI PRESSIONE
- REGISTRATORE DI SUONI
- ALIMENTATORE STEP-DOWN
- RETROILLUMINAZIONE AUTOMATICA
- AD8541 IN CONFIGURAZIONE COMPARATORE

PER IMPARARE

COME SI USANO I DIODI

ROBOTICA

PELLE ARTIFICIALE? SCOPRI COME COSTRUIRLA

USARE I SENSORI PER LEGO MINDSTORMS

ISSN 1591-2272
90285
9 771591 227008

MENSILE Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. In L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma1, DCB Milano. In caso di mancato recapito, restituire all'editore che si impegna a pagare la relativa tassa presso il CPM di Roserio - Milano

sommario

285 *marzo 2009*

COMING...

...prossimamente su Fare Elettronica

UN RICEVITORE A VALVOLE

LA RADIOASTRONOMIA

CORSO VHDL

CONTROLLO MOTORE WIRELESS

UN SINTETIZZATORE MUSICALE

rubriche

GLI ARTICOLI CONTRASSEGNATI COL SIMBOLO ➜ WWW SONO GIÀ DISPONIBILI IN FORMATO PDF* ALL'INDIRIZZO
www.farelettronica.com/club
*Puoi iscriverti al CLUB di Fare Elettronica versando una piccola quota annuale.

elenco inserzionisti

editoriale

di MAURIZIO DEL CORSO

NOTTE *prima degli esami*

Per gli studenti dell'ultimo anno si avvicina il giorno più importante e più temuto: l'esame di maturità! Ma niente panico, Fare Elettronica è qui per aiutarvi!

Per i futuri periti questo è un periodo piuttosto delicato. Si avvicina l'esame di maturità ed è tempo di iniziare a prepararsi e prendersi il tempo necessario per scegliere gli argomenti per la "tesina" da presentare alla commissione. Noi di Fare Elettronica abbiamo deciso di dare un aiuto a tutti gli studenti presentando, a partire da questo numero, la rubrica "Progetto tesina". Da qui all'estate proporremo ogni mese uno spunto per la tesina non solo pubblicando un progetto didatticamente interessante, ma riportando anche una possibile mappa concettuale che esprime i legami tra le varie materie. Un modo sicuramente innovativo che non sostituisce comunque i libri di testo e le lezioni dei professori, ma che offre un punto di vista alternativo per i ragazzi cercando di dare loro stimoli nuovi al fine di dare il meglio nella prova decisiva per i loro studi. E' dunque tempo di mettersi al lavoro per trascorrere una tranquilla notte prima degli esami…!

fare elettronica

DIRETTORE RESPONSABILE
Antonio Cirella

DIRETTORE TECNICO
Maurizio Del Corso

Comitato Scientifico
Simone Masoni (Microtest), Francesco Picchi (Microtest), Massimo Rovini (Università degli Studi di Pisa), Tiziano Galizia (Tigal), Claudio Turchetti (Università Politecnica delle Marche).

Segreteria di redazione
Marcella Mandrna

Art Director
Patrizia Villa

Hanno collaborato in questo numero:
Antonio Cecere, Daniele Cappa, Federico Pinto, Francesco Di Lorenzo, Franco Tedeschi, Giorgio Ober, Giovanni Di Maria, Massimiliano Miocchi, Nicola Grilloni, Paolo Rognoni, Roberto Prestianni, Silvano Breggion, Vincenzo Sorce.

Direzione Redazione
Pubblicitá
International Advertisement
INWARE Edizioni srl
Via Cadorna, 27/31
20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504755
Fax 02.66508225
info@inwaredizioni.it
www.inwaredizioni.it
Redazione: fe@inwaredizioni.it

Stampa
ROTO 2000
Via Leonardo da Vinci, 18/20
20080, Casarile (MI)

Distribuzione
Parrini & C. S.p.a.
Viale Forlanini, 23
20134 Milano

Ufficio Abbonamenti
INWARE Edizioni srl
Via Cadorna, 27/31
20032 Cormano (MI)
Per informazioni, sottoscrizione o rinnovo dell'abbonamento:
abbonamenti@inwaredizioni.it
Tel. 02.66504755
Fax. 02.66508225
L'ufficio abbonamenti è disponibile telefonicamente dal lunedì al venerdì dalle 14,30 alle 17,30.
Tel. 02.66504755
Fax 02.66508225

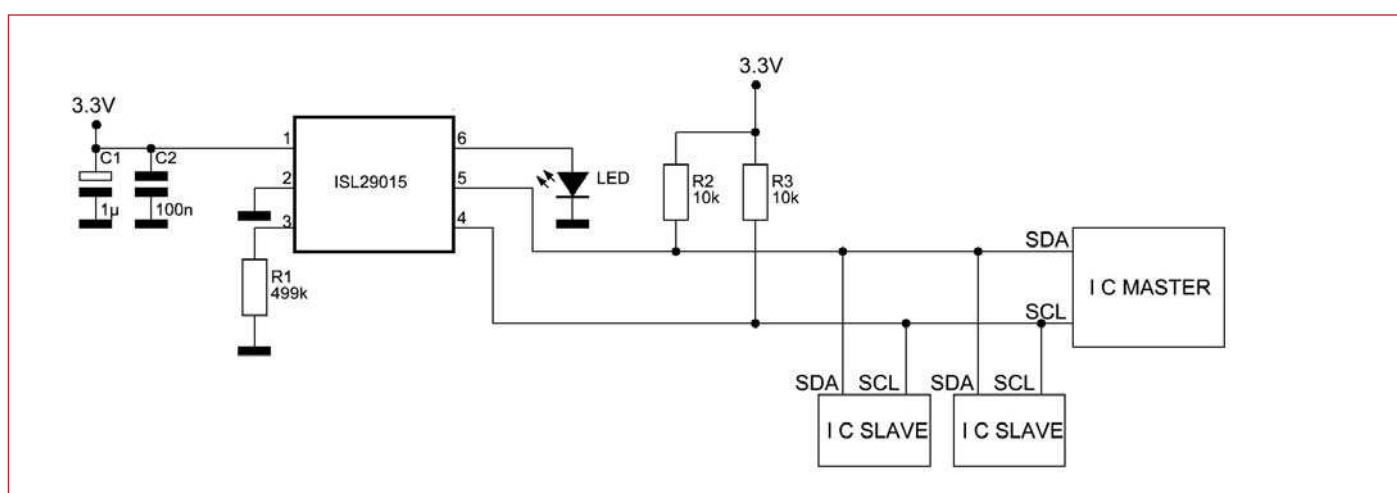
Abbonamento per l'Italia:
€ 49,50
Abbonamento per l'estero:
€ 115,00
Gli arretrati potranno essere richiesti, per iscritto, a **€ 9,00** oltre le spese di spedizione

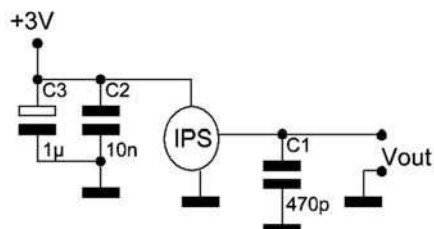
Autorizzazione alla pubblicazione
Tribunale di Milano n.647
del 17/11/2003

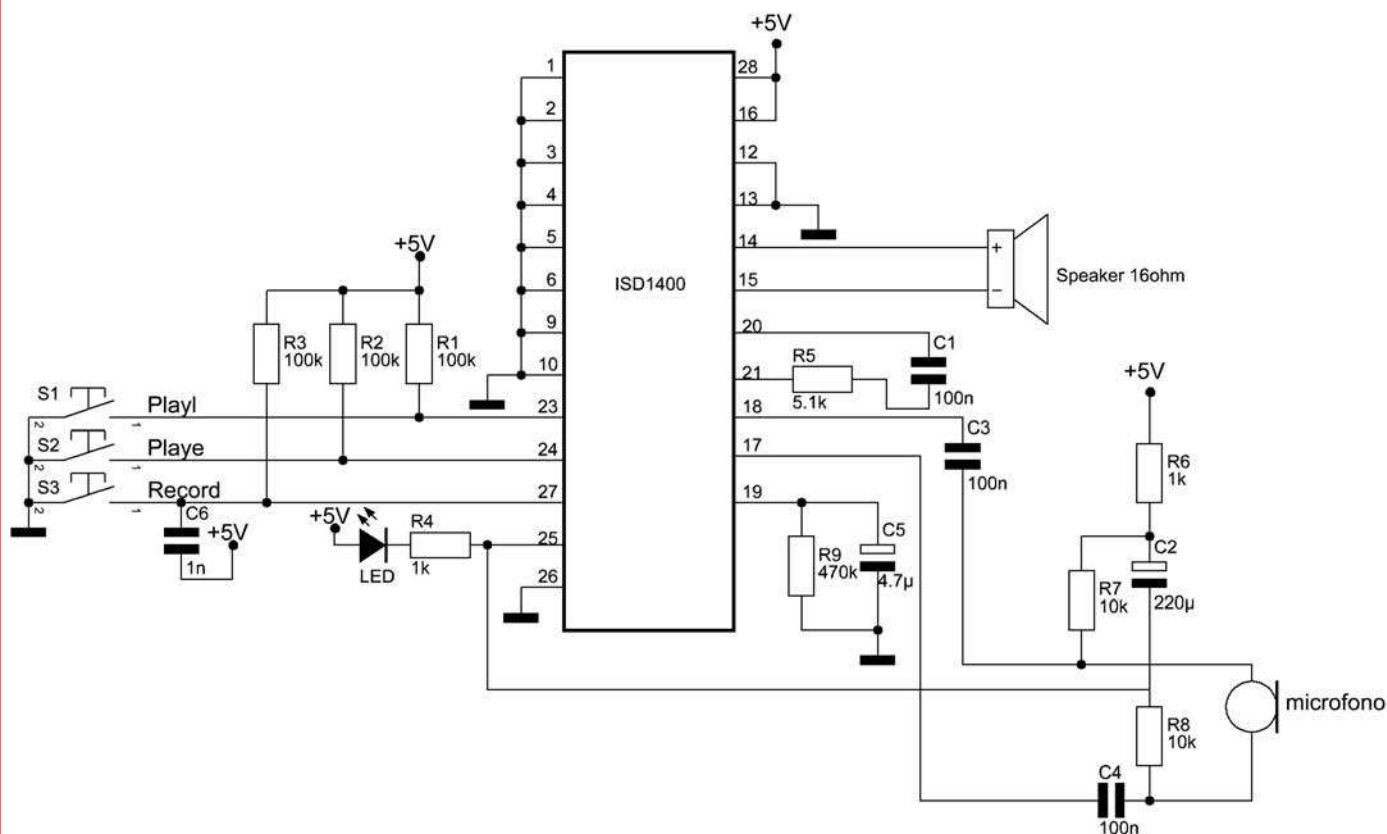
Collaborare con
FARE ELETTRONICA
Le richieste di collaborazione vanno indirizzate all'attenzione di Maurizio Del Corso (m.delcorso@inwaredizioni.it) e accompagnate, se possibile, da una breve descrizione delle vostre competenze tecniche e/o editoriali, oltre che da un elenco degli argomenti e/o progetti che desiderate proporre.

di FRANCESCO DI LORENZO

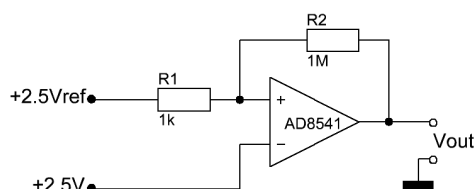
ALIMENTATORE STEP-DOWN

Questo circuito è un alimentatore di tensione del tipo step-down che fornisce una tensione stabilizzata di 3.3V con una corrente di 10A. La tensione applicabile in ingresso può essere di 6V ma sopporta anche tensioni superiori ai 20V. Questo integrato presenta dimensioni molto piccole, inoltre presenta protezioni per quanto riguarda l'aumento interno della temperatura. Può essere usato in diverse applicazioni come alimentazione di notebook, modem, sistemi di alimentazione per stazioni wireless.

RETROILLUMINAZIONE AUTOMATICA

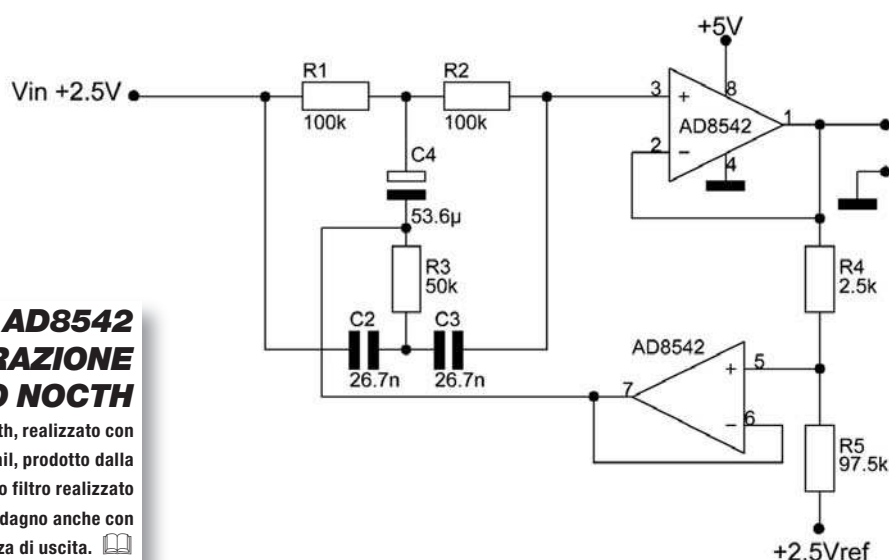
In figura è riportato un circuito che è in grado, mediante un sensore ad infrarossi, di fornire la giusta retroilluminazione del display LCD. Questo integrato viene prodotto dalla Intersil. Può essere alimentato con una tensione di 2.25V a 3V circa. Ha un interfacciamento diretto con i dispositivi a valle, e non ha eccessivi consumi.

Sensore di pressione

Il sensore di pressione in questione è MP3V5004G, fornisce in uscita una tensione lineare in funzione delle a pressione espressa in Kpa. Permette di misurare pressione da 0 a 3.92Kpa. Questo sensore presenta una piccola tensione di offset di circa 0,6V che può essere eliminata mediante circuiti differenziali, o altri circuiti di condizionamento. Viene alimentato con una tensione di 3V.

REGISTRATORE DI SUONI

Questo circuito permette di registrare suoni per un tempo di 12sec. Il circuito viene alimentato con 5V. La registrazione avviene mediante la pressione dei tasti come un normale video registratore. Non presenta consumi di corrente quando è in stand-by.

AD8541 IN CONFIGURAZIONE COMPARATORE

L'amplificatore utilizzato in questo circuito è un AD8541, prodotto dalla Analog Devices. Con questo integrato sono possibili diverse configurazioni, ma quella presa in considerazione in questo caso è quella come comparatore. Sui due ingressi sono presenti le tensioni da comparare, la resistenza da 10M, in retroazione positiva, permette di dare uno scatto al comparatore più immediato. I vantaggi di questo integrato sono: correnti di ingresso molto piccole, basso consumo, bassa distorsione e può funzionare con una tensione di 2,5V.

AD8542 IN CONFIGURAZIONE FILTRO NOCTH

In figura è riportato un filtro Nocth, realizzato con amplificatore operazionale del tipo Rail to Rail, prodotto dalla Analog Devices, denominato AD8542. Questo filtro realizzato con questo integrato presenta un alto guadagno anche con tensioni inferiori ai 5V. Ha una bassa impedenza di uscita.

STABILIZZATORE DI TENSIONE DELLA SERIE LD

Questa nuova serie di stabilizzatori sorta pochi anni fa, sta superando quelli della serie 78xx. In questo circuito è rappresentato un circuito stabilizzatore di tensione con uscita non-variabile. Oltre a realizzare circuiti con uscita non-regolabile, questo integrato permette di realizzare stabilizzatori di tensione con uscita regolabile, con la stessa configurazione dell'LM317 o LM337.

di FRANCESCO DI LORENZO

MEMORIE

CLASSIFICAZIONE E PARAMETRI CARATTERISTICI

Flash, EPROM, EEPROM, RAM, ROM... Esistono moltissimi tipi di memorie ma il loro unico scopo è il salvataggio di informazioni. Ecco come funzionano

La rubrica del vostro telefonino, una foto scattata con una macchina digitale, il codice del telecomando del cancello automatico… tutte informazioni che necessitano di essere salvate in modo permanente per utilizzarle all'occorrenza. Per lo storage delle informazioni vengono utilizzate le memorie digitali. Le memorie sono dispositivi integrati e possono essere pensate suddivise in locazioni che, a loro volta, contengono le "celle" **(figura 1)**. Le celle di memoria possono contenere soltanto un bit, per cui per memorizzare un carattere, che in codice ASCII è costituito da 8 bit, sarannno necessarie 8 celle di memoria. Il termine locazione definisce un gruppo di celle di una memoria a cui si può accedere contemporaneamente. La struttura di una memoria ricorda quella dell'archivio di un ufficio: le cartelle che compongono l'archivio sono le locazioni, mentre i fogli contenuti nelle cartelle sono le celle di memoria. La struttura di una cella di memoria elementare è riportata in **figura 2**. Il circuito è formato da un latch di tipo D a valle del quale è collegato un buffer 3-state abilitato tramite la linea SEL. Una memoria è dunque costituita da una moltitudine di circuiti elementari come quello di **figura 2** connessi in parallelo.

Figura 1: organizzazione di una memoria.

Figura 2: una cella di memoria elementare.

CLASSIFICAZIONE

In **figura 3** è riportato un organigramma della classificazione delle memorie. Il modo con cui si accede ad una locazione dipende dall'architettura della memoria stessa. Se l'architettura prevede che il dato per essere letto e scritto debba spostarsi da una determinata locazione ad un'altra mediante una serie di operazioni dette di scorrimento, siamo in presenza di memoria ad accesso sequenziale. Le memorie ad accesso diretto consentono invece l'accesso ad una cella in maniera diretta e senza operazioni di scorrimento tra celle adiacenti. L'accesso diretto è anche detto accesso casuale o random. Esiste un terzo metodo per accedere a una locazione di memoria: l'accesso a indirizzamento implicito. In questo caso si accede sempre alla stessa locazione: durante la fase di scrittura, il dato viene memorizzato in tale locazione spingendo nella locazione adiacente il dato già presente. In fase di lettura il dato viene prelevato e la locazione di accesso viene occupata dal dato presente nella locazione attigua. Le memorie ad accesso casuale si dividono in memorie di sola lettura oppure memorie di lettura e scrittura, in **figura 4** è riportata la classificazione delle memorie ad accesso casuale. Nelle memorie di sola lettura, indicate con la sigla ROM (Read Only Memory), il contenuto è

inserito in fase di progettazione e non può essere cancellato. Con la sigla PROM (programmabile ROM), si intendono quelle memorie che possono essere programmate direttamente dall'utente finale e non dal costruttore, ma anche in questo caso la memoria una volta programmata non può essere più cancellata. Le memorie di lettura e scrittura sono delle memorie, in cui vi è la possibilità di leggere il contenuto e di scrivere altro contenuto. La fase di scrittura comporta automaticamente la cancellazione del dato già presente in memoria, che viene sovrascritto. Normalmente le memorie che presentano tale vantaggio vengono chiamate RAM (memoria ad accesso casuale), ma la sigla non deve indurre ad un errore visto che le memorie ROM sono anche esse ad accesso casuale. La RAM costituisce la memoria centrale di un computer, ne esistono tantissimi modelli, che differenziano in base alla loro capacità di acquisizione, dalla velocità, dalla frequenza di clock. Altre memorie ad accesso casuale sono le EPROM, memorie che trovano largo uso in piccole applicazioni elettroniche, come ad esempio nei piccoli elettrodomestici. Queste memorie possono essere programmate elettricamente, ma la loro cancellazione non avviene elettricamente bensì mediante una luce ultra violetta. Il package di questo tipo di memorie è dotato di una finestrella trasparente che serve proprio a far penetrare la luce ultravioletta per permettere la cancellazione dei dati. Questa memoria nasce negli anni '70 ma ancora oggi viene molto utilizzata. Le EPROM sono spesso rimpiazzate dalle EEPROM, cioè una memoria programmabile elettricamente e cancellabile elettricamente. Le caratteristiche importanti di una memoria sono la capacità e l'organizzazione. Per capacità di una memoria si intende il numero delle celle elementari di memoria realizzate al suo interno, l'organizzazione è la struttura con cui sono aggregate le celle elementari in locazioni. L'organizzazione è data dal prodotto tra i bit che compongono una parola, ad esempio 8 bit e il numero di locazioni ad esempio di 1k (=1024), avremo così una memoria di 1024x8=8192 bit organizzati in 1024 locazioni da 8 bit ciascuna. E' possibile risalire alla capacità e l'organizzazione di una memoria rilevando il numero di piedini che compongono gli indirizzi e il numero di piedini dedicati al dato. Il numero dei pin di indirizzo fornisce informazioni sul numero di loca-

Figura 3: classificazione delle memorie.

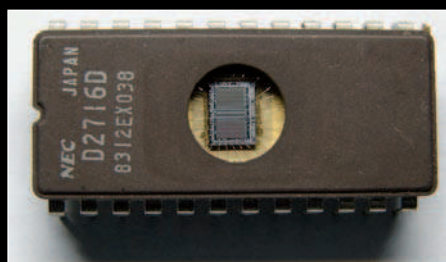



Figura 5: una memoria EPROM.

Memorie ad accesso casuale
Memorie di lettura/scrittura
Memorie di sola lettura
Volatile
Non volatile
Programmata da maschera ROM
Programmata a fusibili PROM
Riprogrammabili
Statica SDRAM
Dinamica
DRAM
Video VRAM
EPROM
Shadow-RAM NOVRAM
Cancellazione Elettrica
EEPROM
FLASH

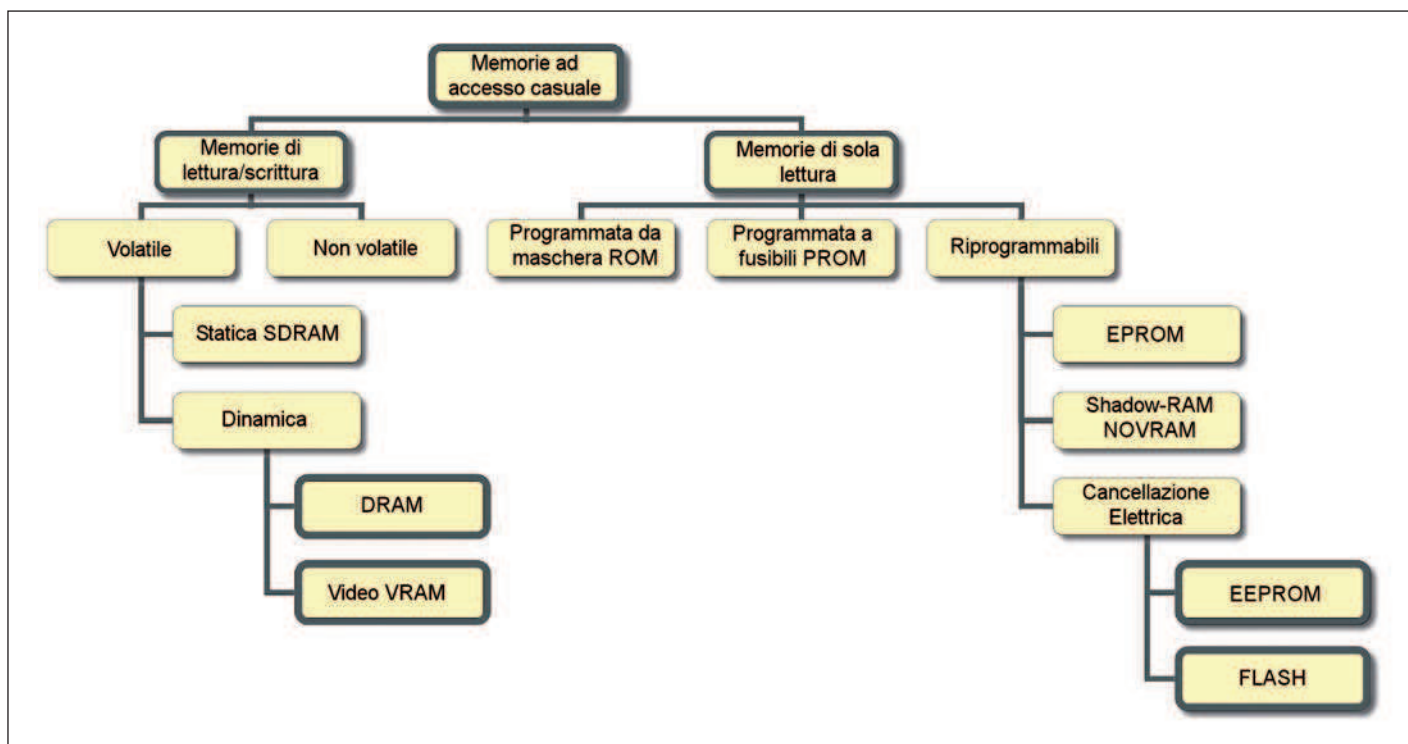



Figura 4: organizzazione delle memorie ad accesso casuale.

TABELLA 1: ORGANIZZAZIONE DI UNA MEMORIA

	00	01	10	11
00	**Locazione 0**	**Locazione 1**	**Locazione 2**	**Locazione3**
01	**Locazione 4**	**Locazione 5**	**Locazione 6**	**Locazione 7**
10	**Locazione 8**	**Locazione 9**	**Locazione 10**	**Locazione 11**
11	**Locazione 12**	**Locazione 13**	**Locazione 14**	**Locazione 15**

zioni, mentre il numero di linee dedicate ai dati fornisce informazioni sul numero di bit presenti in ciascuna locazione. La struttura dei dati all'interno di una memoria è organizzata come una mappa a doppio ingresso: un ingresso verticale (colonna) e un ingresso orizzontale (riga), un esempio della struttura è riportata in **tabella 1**. Si può capire benissimo per accedere ad una sola locazione occorre selezionare 4 ingressi mediante un codice binario formato da 4 bit, 2 destinati all'ingresso orizzontale e 2 destinati all'ingresso verticale. Una memoria di questo tipo ha 16 locazioni perché per selezionare una locazione occorrono 4 bit mediante i quali è possibile indirizzare 2^4=16 locazioni. In **figura 6** è riportato uno schema funzionale della memoria. Per operare nella locazione numero 10 occorre portare le linee di ingresso ad un valore binario 1010. Per scrivere si dovrà quindi porre a livello basso la linea R/W mentre per leggere si dovrà portare a livello alto la stessa linea. La capacità di questa memoria è data dal numero di locazioni per i bit che compongono la parola. Per il calcolo da quanti bit è composta una parola basta contare il numero di linee di ingresso indicate con "m". Di seguito è riportato una tabella riassuntivo delle formule appena citate:

Operazioni da eseguire

Numero di locazioni = 2^n

C = 2^n x bit della parola

C = 2^n x numero di linee di ingresso (m)

PARAMETRI CARATTERISTICI

La scelta di una memoria dipende da diversi fattori quali:

- La velocità di risposta;
- La capacità;
- L'organizzazione;
- La potenza dissipata;
- Il tipo di alimentazione;
- Il numero di pin dell'integrato;
- Il costo per bit.

La velocità di risposta è un parametro fondamentale nella determinazione delle prestazioni di una memoria integrata, infatti da essa dipende il numero di operazioni che possono essere eseguite nell'unità di tempo. Gli elementi che permettono di ricavare la velocità di risposta sono riportati nel diagramma di temporizzazione del dispositivo, il quale è fornito dal costruttore. In **figura 7** è raffigurato il diagramma temporale per una operazione di lettura. L'intervallo di tempo minimo necessario per realizzare correttamente la lettura viene chiamato tempo di accesso, indicato in figura t_{acc}. ed è pari all'intervallo di tempo che intercorre tra l'istante in cui l'indirizzo della locazione cui si vuole accedere è stabile e l'istante in cui il dato è posto sulle linee di uscita della memoria. Nel diagramma è riportato anche

TABELLA 2:
POTENZA DISSIPATA DALLE DIVERSE TIPOLOGIE DI MEMORIA

Tecnologia	P diss
Bipolare ECL	6 mW
Bipolare TTL-LS	0. 55 mW
Unipolare per la versione NMOS	0. 1 uW
Unipolare versione CMOS	0. 02 – 0. 05 uW

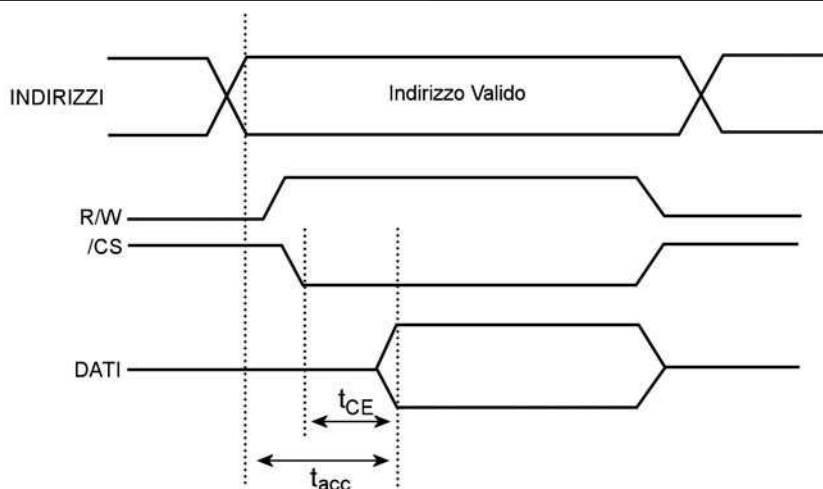



Figura 7: temporizzazione di un ciclo di lettura.

Figura 6: lo schema funzionale di una memoria di 16 locazioni da 8 bit.

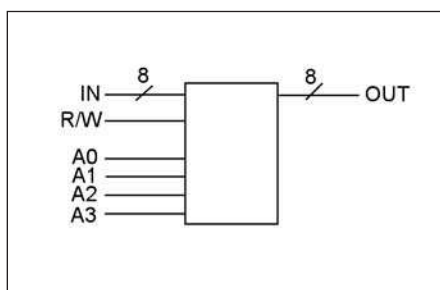
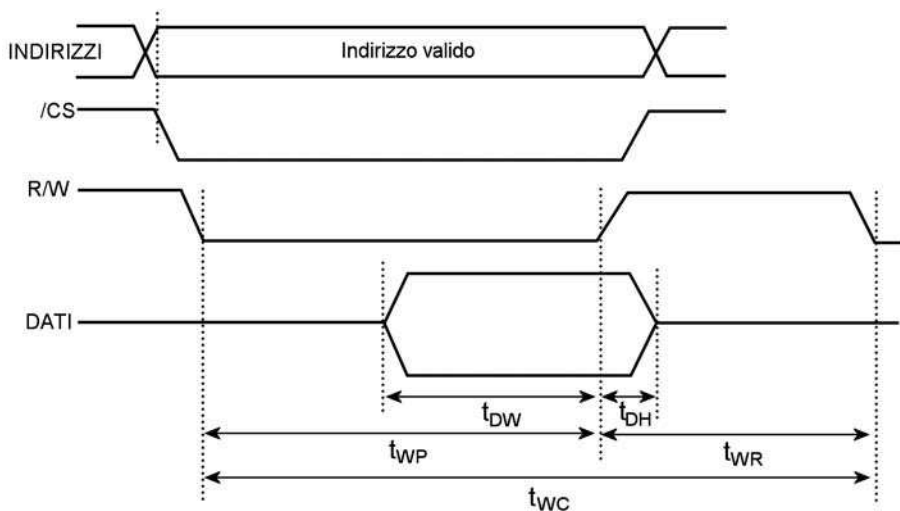
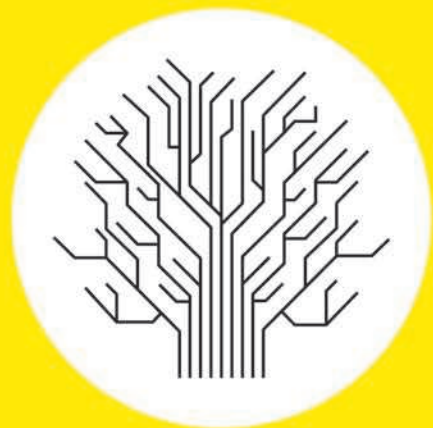



Figura 8: temporizzazione di un ciclo di scrittura.

un altro tempo indicato con t_{ce}, la sigla "ce" sta per chip enable, cioè il tempo che intercorre per abilitare la memoria a mettere a disposizione il dato sulle linee di uscita. In **figura 8** è riportato l'andamento temporale di una memoria in fase di scrittura. Il tempo di scrittura t_{wc}, è la somma degli impulsi di scrittura t_{WP} e del tempo ri ripristino del segnale di scrittura t_{WR}. Il tempo di accesso è un parametro che dipende dalla tecnologia costruttiva, il suo valore è compreso tra 1 e 50 ns per la tecnologia bipolare, (famiglia ECL per il limite inferiore e TTL-LS per il limite superiore) e tra 50 e 400 ns per la tecnologia unipolare cioè la versione HMOS e VMOS per il limite inferiore e versione NMOS per il limite superiore. La capacità di una memoria è connessa strettamente alla tecnologia di costruzione. Essa risulta piccola per le memorie realizzate con tecnologia bipolare, risulta invece maggiore nei dispositivi realizzati con tecnologia MOS e CMOS. La potenza dissipata è un fattore molto importante per i dispositivi alimentati a batterie. Normalmente la potenza viene definita per ogni bit. La potenza dissipata è molto elevata nelle tecnologie bipolari ma si riduce molto nella tecnologia MOS. Nella **tabella 2** è riportata una classificazione delle potenze dissipate per ogni singola memoria. Un altro parametro importante è la tensione di alimentazione. Vi sono dispositivi che utilizzano una sola alimentazione di valore pari a 5V, ed altri che possono essere alimentati a 3.3 V, con una conseguente minore dissipazione di potenza. Il costo per bit esprime il costo unitario per ciascun bit di memoria ottenuto. Per ricavare tale costo occorre tenere conto, oltre al costo dei dispositivi di memoria, dei costi rappresentati dai circuiti di supporto e dalle alimentazioni. ❏

CODICE MIP 2756583

di MASSIMILIANO MIOCCHI

Progettare gli alimentatori

I CIRCUITI di filtraggio *(parte seconda)*

Il secondo stadio di un alimentatore è il circuito di filtraggio che ha il compito di ridurre al minimo l'ondulazione residua. Ecco le topologie tipiche ed il loro funzionamento

Nelle precedenti lezioni sulle configurazioni dei raddrizzatori, ci siamo convinti sul come la configurazione di un raddrizzamento a ponte di Graetz sia la scelta più conveniente per i circuiti, ma abbiamo anche detto che tale sistema converte una tensione alternata in una tensione pulsante di ugual segno, ma pur sempre pulsante.
Per diverse applicazioni la tensione pulsante può o deve essere tale, ma in altre è un problema e per tale motivo occorre rendere la tensione pulsante, quanto più vicina alla tensione continua coma mostra la **figura 1**. In questo corso si farà solo riferimento al filtro capacitivo per semplicità di calcolo e utilizzo.
Nella **figura1**, in verde è rappresentato il valore della tensione di uscita Vo ai capi del carico R1 nel raddrizzatore a ponte di Graetz, si comprende come non sia perfettamente continua, bensì presenta delle crespature che ci fanno capire che in realtà è ancora presente un residuo della tensione alternata la cui misura è definita da un parametro importantissimo chiamato fattore di ripple F. Questo parametro, il fattore di ripple, è definito come il rapporto tra il valore efficace della tensione Vr di ripple in uscita e la tensione continua (quindi il valor medio, che ricordiamo essere V_{sm}/π) Vo sul carico. La tensione di picco a picco della tensione di ripple Vr è rappresentato in **figura 1** dal tratto verticale evidenziato dal cerchio giallo. Un osservazione, è che tanto più è grande è il valore della capacità C posta come filtro tanto più la tensione di uscita Vo approssima l'andamento di una tensione continua, ma detto in funzione del fattore di ripple F, tanto più è basso il valore F, tanto più la tensione di uscita Vo approssima l'andamento di una tensione continua.
Ricapitolando, abbiamo definito il fattore di ripple come il rapporto che ce fra il valore efficace della tensione di ripple Vr, e il valor medio della tensione Vo presente sul carico R1 come mostra la **figura 2**. Un'altra considerazione potrebbe essere fatta se considerassimo il fattore F calcolato per un raddrizzatore mo-

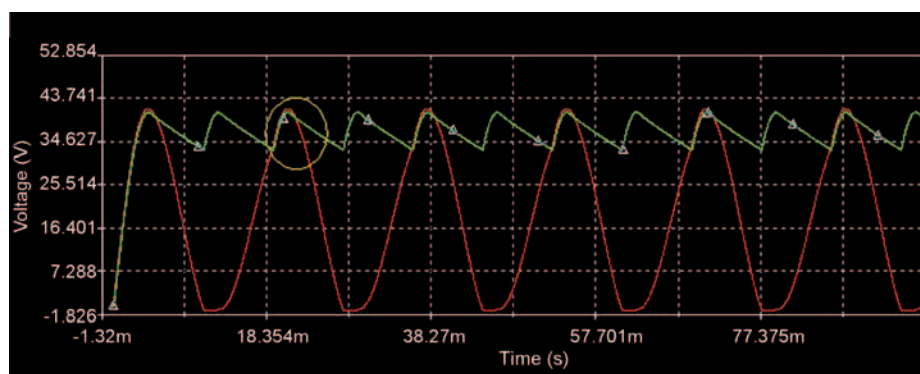



Figura 1: descrizione dell'andamento della tensione Vo (in verde) e del fattore di ripple.

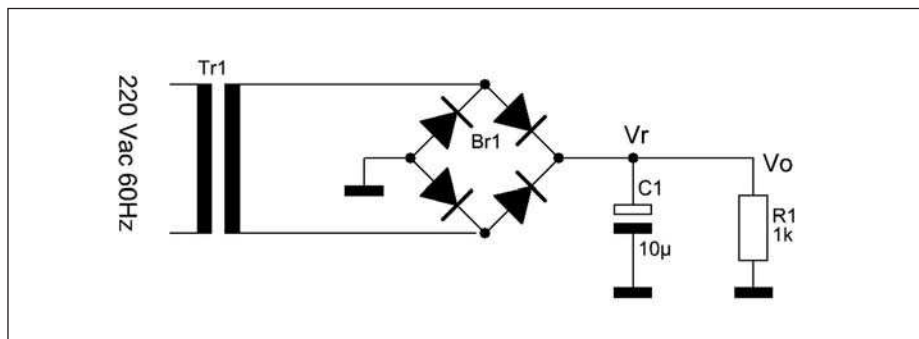



Figura 2: raddrizzatore a ponte di Graetz con i riferimenti alla tensione di ripple Vr e Vo.

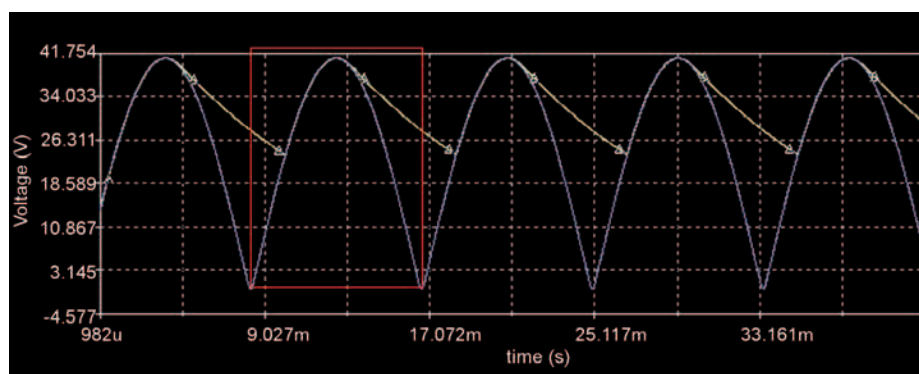



Figura 3: la capacità C come serbatoio negli istanti t1 e t2, delimitati dal riquadro rosso.

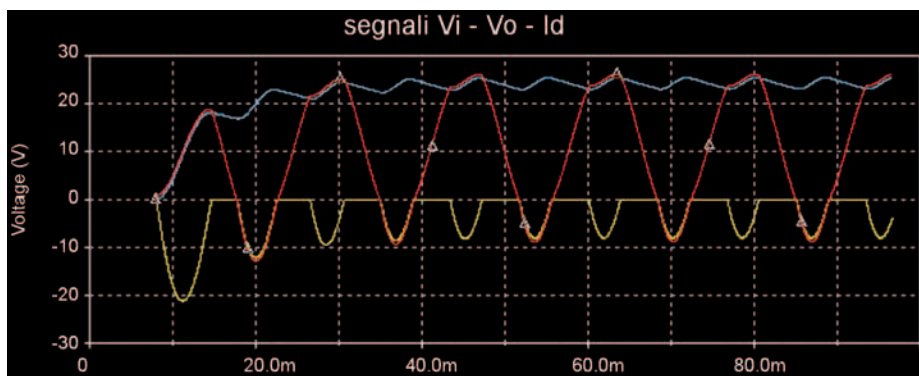



Figura 4: forma d'onda approssimata della tensione sul carico di un raddrizzatore a doppia semionda e filtro capacitivo.

nofase a una semionda e monofase a due semionde come rapporto F=Vr/Vo. Se consideriamo il fattore di ripple F in assenza della capacità di filtro per un circuito monofase a una semionda e uno a doppia semionda, salta subito evidente facendo riferimento alla **tabella 1**, che il rapporto tra il valore efficace della tensione alternata e il valor medio presenti sul carico è maggiore di uno.

Ciò vuole dire che il valore efficace della componente alternata è maggiore del valor medio nella configurazione del raddrizzamento a una semionda piuttosto che ne raddrizzamento a ponte di Graetz o a doppia semionda, dove in quest'ultimo è di solo 0,48.

Da ciò un ulteriore conferma sull'uso frequente del raddrizzatore a doppia semionda, e nello specifico del ponte di Graetz. D'ora in poi tratteremo il nostro corso facendo riferimento esclusivamente alla configurazione a ponte di Graetz con filtro capacitivo.

FATTORE F IN FUNZIONE DELLA CAPACITÀ DI FILTRO

Come precedentemente esposto abbiamo detto che tanto più è basso il valore F, tanto più la tensione di uscita Vo approssima l'andamento di una tensione continua e questo lega F a C (condensatore) poiché tanto più è piccolo il fattore di ripple tanto più grande sarà il valore della capacità posta come filtro. A riguardo ricordiamo che la relazione che lega la carica e scarica di un condensatore è:

$$Vc = E(1 - e^{-t/RC})$$

quindi la forma di uscita della tensione continua ai capi del carico avrà un andamento regolato dalla succitata relazione. Quindi nell'istante t0 supponiamo che il condensatore sia scarico, nel fronte ascendente della semionda positive comincia a caricare il condensatore C, fino all'istante T/4 dove la tensione Vc del condensatore eguaglia il valore massimo della tensione di uscita Vo. Al successivo istante, quindi dopo l'istante T/4 il condensatore comincia a scaricarsi sul carico R1, seguendo fino all'istante t1 l'andamento della tensione Vo (tensione di uscita) e dipendente dalla costante di tempo τ=R1C. Dobbiamo considerare che la costante di tempo τ=R1C non è così piccolo da riuscire ad azzerare la tensione Vo, e quindi all'istante t2 il processo si inverte e il condensatore ricomincia a caricarsi, quindi nel tratto ascendente della tensione alternata. Questo processo è visibile nella **figura 1** dove il tratto in verde rappresenta la carica e scarica del condensatore C. Per meglio comprendere questo aspetto facciamo riferimento alla **figura 3**, dove vi è la rappresentazione della carica e scarica del condensatore di filtro C legata alla costante di tempo τ=R1C, ciò serve a comprendere come negli istanti t1 e t2 il condensatore si comporti, passatemi il termine come un serbatoio. Tuttavia potremmo dare una definizione più rigorosa del sistema in esame, cioè capire effettivamente cosa succede negli istanti in cui si ha la conduzione e l'interdizione del diodo. Per capirci si faccia riferimento alla **figura 4**, che rappre-

TABELLA 1

F=Vr/V0	Monofase ad una semionda	Monofase a ponte di Graetz
F	1,21	0,48
F%	1,21	48

senta gli andamenti della tensione di ingresso alternata νi (rosso) la tensione di uscita Vo (azzurro) e la corrente di picco del diodo negli istanti in cui è in conduzione Id (giallo).

ANALISI APPROSSIMATA

Assegnati i parametri ω, R1, C, Vm è possibile ottenere il valore della tensione continua di uscita Vo facendo uso del grafico di **figura 4**. Questo tipo di analisi risulta essere troppo laboriosa e complessa che esula dal nostro corso, quindi tratteremo l'analisi con sufficiente approssimazione, tanto da soddisfare il calcolo nella maggior parte delle applicazioni. Si assuma che la forma d'onda Vo sia rappresentata con buona approssimazione alla spezzata di **figura 4** (tratto rettilineo azzurro). Per grandi valori della capacità C (tale che ωCR1>>1) si osserva che ωt1 tende a π/2 e Vo tende a Vm in t=t1. Inoltre se il condensatore C è molto grande (ordine di centinaia di uF), si può approssimare il tratto di scarica del condensatore di tipo esponenziale, con un andamento rettilineo. Se indichiamo con Vr l'ampiezza della tensione di scarica del condensatore (tensione di ondulazione) si trova che il valor medio della tensione è per approssimazione:

Vdc=Vm-Vr/2

Come già precedentemente accennato è importante esprimere la tensione di ripple Vr in funzione della corrente nel carico e della capacità C. Dalla **figura 4** si può osservare che nel tempo T2, tratto in cui il diodo è interdetto (tratto giallo) in un semiperiodo, la capacità di filtro scaricandosi a corrente costante Id, perde una carica di valore pari al prodotto fra Id e il tempo di interdizione T2, vale a dire IdT2, per cui la variazione di tensione ai capi del condensatore vale IdT2/C formalmente:

Vr=IdT2/C

da ciò possiamo asserire che migliore è l'azione del filtro capacitivo, minore è il tempo di conduzione T1 e quindi T2 si avvicina a un semiperiodo. Concludendo avremo che il tempo di interdizione del diodo T2=T/2=1/2f, ove f è la frequenza fondamentale della tensione di rete, nella nostra analisi 50Hz. Da ciò possiamo affermare che la tensione di ripple è esprimibile come rapporto fra:

Vr=Id/2fC

da cui ricaviamo per sostituzione alla

Vdc=Vm-Vr/2

Vdc=Vm-Id/4fC

Dalla relazione si osserva come l'ondulazione o tensione di ripple è proporzionale direttamente alla corrente di carico Id e inversamente proporzionale alla capacità di filtro C. Quindi per ridurre il fattore di ondulazione F e assicurare una buona regolazione si deve far uso di capacità di valore elevato. In questo approccio all'analisi approssimata abbiamo introdotto un altro concetto, il fattore di regolazione R, come conseguenza del fattore di ondulazione F. Per non addentrarci troppo nei calcoli, basti sapere che il valore efficace della tensione di ondulazione Vr è:

$$V_{rms} = \frac{V_r}{2\sqrt{3}} = \frac{I_d}{4\sqrt{3}fC}$$

Quindi il fattore di ripple F

$$F = \frac{V_{rms}}{V_{dc}} = \frac{I_d}{V_{dc}}\frac{1}{4\sqrt{3}fC} = \frac{1}{4\sqrt{3}fCR_l}$$

dato importante che in base alla definizione, il fattore di regolazione risulta:

$$R = \frac{V_r/2}{V_{dc}} = \frac{1}{4fCR_l} = F\sqrt{3}$$

Trascurando la caduta sui diodi, abbiamo come il fattore di ondulazione o ripple F sia correlate al fattore di regolazione R. Abbiamo già fissato le idee analiticamente parlando, sulla convenienza nell'usare la configurazione a ponte di Graetz per le nostre applicazioni, ora vediamo quali dovranno essere i parametri del trasformatore, che sarà utilizzato per le nostre applicazioni.

PARAMETRI DEL TRASFORMATORI

Sempre facendo riferimento alla **figura 2**, certamente il valore massimo Vsm della tensione presente al secondario (quindi all'ingresso del ponte di Graetz) dovrà eguagliare la tensione di uscita (tensione presente sul carico) Vo aumentata di ΔVr/2 e della caduta di tensione dovuta ai due diodi del ponte che ad ogni semiperiodo si portano in conduzione, assunta come un valore pari a 2V. Da questa considerazione si ricava che il valore massimo Vsm della tensione al secondario sarà espresso come segue:

Vsm=Vo+2+ ΔVr/2

Da ciò ricaviamo il valore efficace della tensione al secondario $Vs_{(rms)}$ data dalla relazione:

$$V_{s(rms)} = 0.707V_{sm} = = 0.707(V_0 + 2 + \frac{\Delta V_r}{2})$$

quindi se ammettiamo di avere a titolo esemplificativo una tensione Vo=24V con un ΔVr=0.5V la tensione Vsm al secondario sarà :

$$V_{s(rms)} = 0.707V_{sm} = = 0.707(24 + 2 + 0.5) = = 18.73V$$

Analogamente per le potenze in gioco, indicheremo con $Is_{(rms)}$ il valore efficace della corrente al secondario legata dalla seguente relazione: P= $Vs_{(rms)}$ $Is_{(rms)}$

Per i risultati ottenuti dovendo essere $Is_{(rms)}$ = 1,11 I_L si ottiene per sostituzione la seguente relazione sulla potenza P=1.11 $Vs_{(rms)}$ I_L. Supponiamo ad esempio che per la configurazione in oggetto, essa deve fornire una corrente al secondario di 500mA, i trasformatore dovrà essere in grado di erogare una potenza P pari a:

P=1,11 x 18,73 x 0,5 = 10,4W
Di conseguenza ricordandoci che I diodi sono sempre due a due in conduzione, essi dovranno essere in grado di sostenere una corrente il cui valore di picco I_{FRM} mai inferiore al valore dato dalla seguente relazione:

$$I_{FRM} = I_L 2\pi\sqrt{fR_L C}$$

che come si osserva lega la frequenza di rete f alla capacità di filtro C e al carico RL, risultato importante ai fini della resistenza interna che l'alimentatore deve possedere, per garantire una stabilità della tensione Vo presente sul carico. Ricordiamo a tutti i lettori che il valore della resistenza interna Rint, negli alimentatori è di valore Rin=0. Questo ci garantirebbe una stabilità della tensione Vo anche in presenza di forti assorbimenti da parte del carico RL.

RINT, RESISTENZA INTERNA

Riveste di grande importanza il calcolo della resistenza interna ai capi dell'alimentatore, e questo è un parametro che viene considerato senza l'ausilio del carico ovviamente, quindi come si suole dire a vuoto. Abbiamo detto che idealmente la resistenza interna Rint se fosse uguale a zero, quindi Rint=0, la tensione Vo sia a vuoto che a carico non subirebbe variazioni. Questo nella realtà non è possibile, per quanto possa essere dimensionato bene l'alimentatore, la tensione di uscita Vo andrebbe via via decrescendo all'aumentare della corrente assorbita dal carico RL, e poiché la resistenza interna è legata dalla relazione:
Rint=1/4fC
da cui possiamo ricavare il valore della capacità di filtro che serve per ottimizzare sia il fattore di F che il fattore di regolazione R.
C=1/4fRint da quest'ultima relazione si osserva come, per esempio, una resistenza Rint di 2 Ohm sia necessario alla frequenza di rete f=50Hz una capacità di filtro C pari a:
C=2500uF (ottenuta per sostituzione)

OSSERVAZIONI

Al fine di ottenere una resistenza internaRint molto piccola, e quindi necessario ricorrere a capacità di filtro di valore elevato, come espresso dalla relazione precedente. Ciò sarebbe possibile se non ci fosse un limite imposta dalla corrente nei diodi I_{FRM}. Infatti se la corrente I_{FRM}. è cosi espressa:

$$I_{FRM} = I_L 2\pi\sqrt{fR_L C}$$

aumentando il valore della capacità aumenta l'intensità della corrente massima a cui i diodi sono sottoposti ad ogni semiperiodo, oltre al fatto di raggiungere il giusto compromesso per il fattore di ripple F e del fattore di regolazione R, che ricordiamo essere:

$$F = \frac{V_{rms}}{V_{dc}} = \frac{I_d}{V_{dc}}\frac{1}{4\sqrt{3}fC} = \\ = \frac{1}{4\sqrt{3}fCR_l}$$

$$R = \frac{V_r/2}{V_{dc}} = \frac{1}{4fCR_l} = F\sqrt{3}$$

Alla luce di queste osservazioni supponiamo di voler dimensionare un raddrizzatore a ponte di Graetz che su un carico di 50Ohm presenti una tensione Vo di 10V, con un fattore di ripple F=0.05 (5%). Procediamo secondo analisi per passi, come da schema sotto indicato:

» Determiniamo la capacità di filtro;
» Determiniamo la tensione di ripple;
» Determiniamo la tensione al secondario del trasformatore;
» Selezione dei diodi;
» Calcolo della resistenza interna.

Per determinare la capacità di filtro basta applicare la formula, avendo cura di sostituire i valori da noi prefissati, quindi avremo:

$$F = \frac{V_{rms}}{V_{dc}} = \frac{I_d}{V_{dc}}\frac{1}{4\sqrt{3}fC} = \\ = \frac{1}{4\sqrt{3}fCR_l}$$

ricavando tutto in funzione della capacità

$$F = \frac{2.88}{CR_L}$$

$$C = \frac{2.88}{FR_L} = 1152\mu F$$

A questo punto passiamo al calcolo della tensione di ripple data dalla seguente relazione:

$$F = \frac{\frac{\Delta V_r}{2\sqrt{3}}}{V_0} = \frac{\Delta V_r}{2\sqrt{3}V_0}$$

$$\Delta V_r = F2\sqrt{3}V_0$$

che si ottiene ricordando che il fattore di ripple è il rapporto fra il valore efficace della stessa tensione di ripple ΔVr e la tensione continua Vo, quindi per sostituzione abbiamo:

$$F = \frac{V_{rms}}{V_0} = \frac{\frac{V_r}{2\sqrt{3}}}{V_0}$$

$$V_r = F2\sqrt{3}V_0$$

nel calcolo per approssimazione il nostro Vr è esattamente il ΔVr.
Quindi procedendo alla sostituzione dei valori abbiamo che ΔVr=1,73V
La tensione al secondario del trasformatore si calcola usufruendo della relazione

$$V_{s(rms)} = 0.707V_{sm} = \\ = 0.707(V_0 + 2 + \frac{\Delta V_r}{2})$$

$V_{s(rms)}$=9.909V
A questo punto calcoliamo la corrente I_{FRM} nei diodi, con l'ausilio della relazione:

$$I_{FRM} = I_L 2\pi\sqrt{fR_L C}$$

Per poter applicare la relazione dobbiamo calcolare la corrente nel carico I_L=Vo/RL sostituendo otteniamo I_L=0,2A. A questo punto possiamo applicare la relazione

$$I_{FRM} = I_L 2\pi\sqrt{fR_L C} = 2.135A$$

Determinata la corrente che scorre nei diodi, passiamo al calcolo della resistenza interna Rint che ricordiamo essere uguale a: Rint=1/4fC
sostituendo si ottiene: Rint=4,3Ohm.

CONCLUSIONI

Nel prossimo numero metteremo in pratica quanto visto finora con il dimensionamento di un alimentatore vero e proprio. ❑

CODICE MIP 2756593

4-5 Aprile 2009

EXPOELETTRONICA Monza

La tappa del 4 e 5 aprile del circuito Expo Elettronica cambia località e si trasferisce da Erba alla Fiera di Monza, nel cuore dell'operosa e benestante Brianza. La nuova destinazione è più centrale e facilmente raggiungibile, non solo per i residenti di Monza e provincia (che da sola conta un popolazione di circa 800.000 mila abitanti) ma anche per i visitatori di Milano, Novara, Varese, Como, Lecco e Bergamo. Non a caso i migliori espositori, quelli che propongono i prodotti più interessanti e rari, hanno scelto di seguire Expo Elettronica alla Fiera di Monza. Anche in questa occasione i visitatori potranno trovare le opportunità più vantaggiose di elettronica professionale e di consumo proposte da rivenditori ed importatori provenienti da tutta Italia: informatica, telefonia, satellitare, componentistica per il pubblico più specializzato accanto a piccoli elettrodomestici, home entertaiment, consolle, hobbistica, materiali e ricambi per uno stile di vita high tech – low cost.

Dove: Monza **Quando:** 4/5 Aprile 2009 **Orari:** dalle 9.00 alle 18 **Organizzazione:** Blunautilus *info: www.expoelettronica.it*

CODICE MIP 2760225

7-8 Marzo 2009

29.a mostra mercato di Radiantistica ed Elettronica

Materiale radianti stico per CB e radioamatori, Apparecchiature per telecomuniacazione, surplus, telefonia, computers, antenne e parabole per radioamatori e TVsat, Radio d'epoca ed editoria specializzata. In occasione della manifestazione si terrà il 7° mercatino del radioamatore con libero scambio di apparecchiature amatoriali, la mostra mercato del disco usato in vinile e CD da collezione.

Dove: ***Civitanova Marche*** Quando: ***7/8 marzo 2009***
Orari: ***dalle 9.00 alle 18*** Organizzazione: ***E.R.F.***
info: www.erf.it

CODICE MIP 2760221

7 Aprile 2009

M2M Forum 2009

M2M Forum è dal 2002 il primo evento italiano punto di riferimento per il mondo della comunicazione tra macchine. La sinergia tra Telecomunicazioni e Information Technology trova nuovo vigore nel mondo M2M. L'incremento dell'utilizzo di tecnologie wireless e l'evoluzione dei moduli machine to machine consolidano e favoriscono l'incontro tra il mondo dell'automazione industriale e quello della mobile economy. L'edizione 2008 dell'evento ha registrato la presenza di circa 800 partecipanti, 47 relatori intervenuti in agenda, 28 sponsor e espositori ed oltre 30 tra partner, associazioni patrocinanti ed enti di ricerca.

Dove: Milano **Quando:** 7 Aprile 2009
Orari: dalle 9 alle 18.00 **Organizzazione:** Wireless
info: www.m2mforum.it

CODICE MIP 2760229

21-22 marzo 2009

EXPOELETTRONICA Bastia Umbra

EXPO ELETTRONICA a Bastia Umbra è il più importante appuntamento in regione dedicato all'elettronica e alle sua applicazioni. Facilmente raggiungibile anche dalle regioni limitrofe grazie al collegamento con l'E45 propone una vasta e qualificata rassegna di prodotti tecnologici nuovi o usati.

Quando: 21/22 marzo 2009 **Orari:** dalle 9.00 alle 18
Organizzazione: Blunautilus
info: www.expoelettronica.it

CODICE MIP 2760223

28-29 MARZO 2009

FIERA DELL'ELETTRONICA DI GONZAGA

Hardware, software, telefonia ed elettronica di consumo. Nel corso della manifestazione si terrà l'evento collaterale "Fotografia 1000NARIA" con possibilità di acquisto e sale posa con modelle professioniste.

Dove: *Gonzaga (MN)* **Quando:** *28/29 marzo 2009*
Orari: *dalle 8.30 alle 18.00* **Organizzazione:** *Fiera millenaria*
info: www.fieramillenaria.it

CODICE MIP 2760227

di SILVANO BREGGION

RINVIO. seriale

Vi è mai capitato di avere la necessità di comandare degli utilizzatori elettrici ad una certa distanza dai comandi e di non avere cavi elettrici a sufficienza per tutti comandi necessari? Se cercate una soluzione alternativa alla stesura di altri cavi elettrici, leggete questo articolo

Il progetto che vi presentiamo, serve proprio a rinviare lo stato degli ingressi dalla prima scheda alla seconda e viceversa. Infatti ogni scheda controlla fino a 7 ingressi e altrettante uscite. Le due schede, peraltro identiche, vanno collegate tra loro da un semplice doppino. Sugli ingressi può essere collegato qualsiasi tipo di comando, come interruttori, pulsanti, fine corsa, fotocellule e altro, purché la tensione in ingresso non superi i 24 Vcc. Per quanto riguarda le uscite, dei comodi relè con morsettiere separate permette la possibilità di collegare qualsiasi tipo di attuatore dall'assorbimento non superiore ai 3A, limite imposto dal tipo di relè utilizzato.

SCHEMA ELETTRICO

Come potete osservare dalla **figura 3**, lo schema elettrico si presenta piuttosto semplice e intuitivo per la presenza di un microcontrollore che svolge gran parte delle funzioni necessarie. Il micro in questione è un comune PIC16F628 che oltre a testare gli ingressi e controllare le uscite, gestisce la linea seriale attraverso un apposito protocollo progettato per l'occasione. Per rendere sicura ed efficiente la trasmissione, sono stati inseriti dei controlli che provvedono a isolare le uscite nel caso il protocollo venga ricevuto in maniera errata o non venga ricevuto per niente per più di 8 cicli. Vedremo più tardi il protocollo e le garanzie adottate. Per mantenere il numero di ingressi/uscite sufficientemente elevato e non complicare assolutamente il circuito più del necessario, non abbiamo utilizzato il quarzo che avrebbe garantito un'elevata precisione nel clock. Per questo abbiamo studiato un protocollo hardware che permette di minimizzare le differenze di clock tra due micro che dialogano assieme. Vedremo in seguito di che si tratta e da dove deriva. In questo modo abbiamo guadagnato due piedini e tradotto in pratica significa un ingresso e un'uscita in più. Come abbiamo già detto gli ingressi sono

Figura 1: due schede a montaggio ultimato.

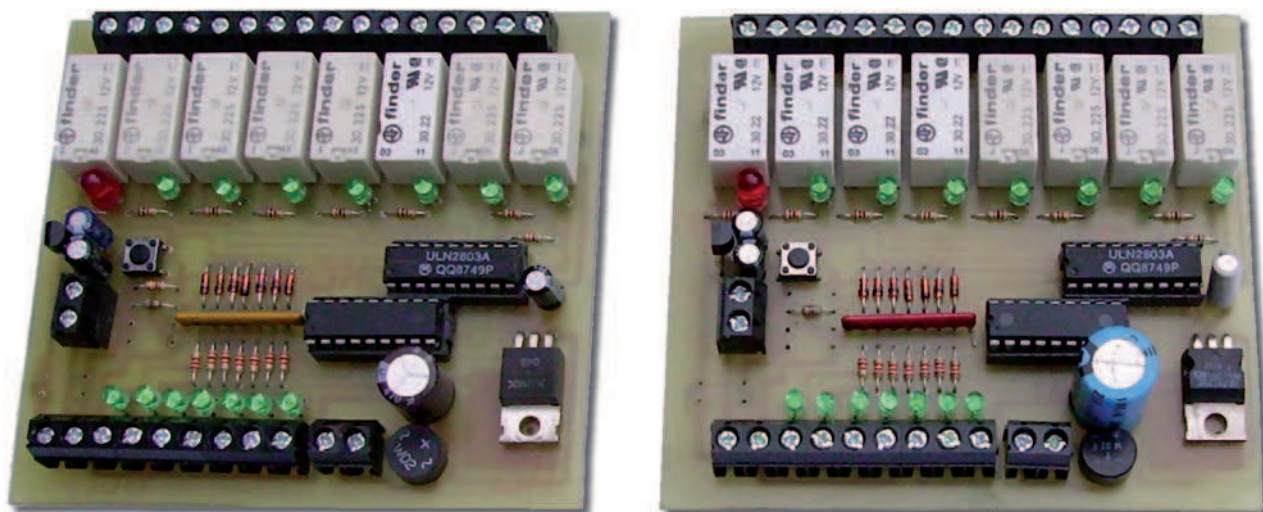
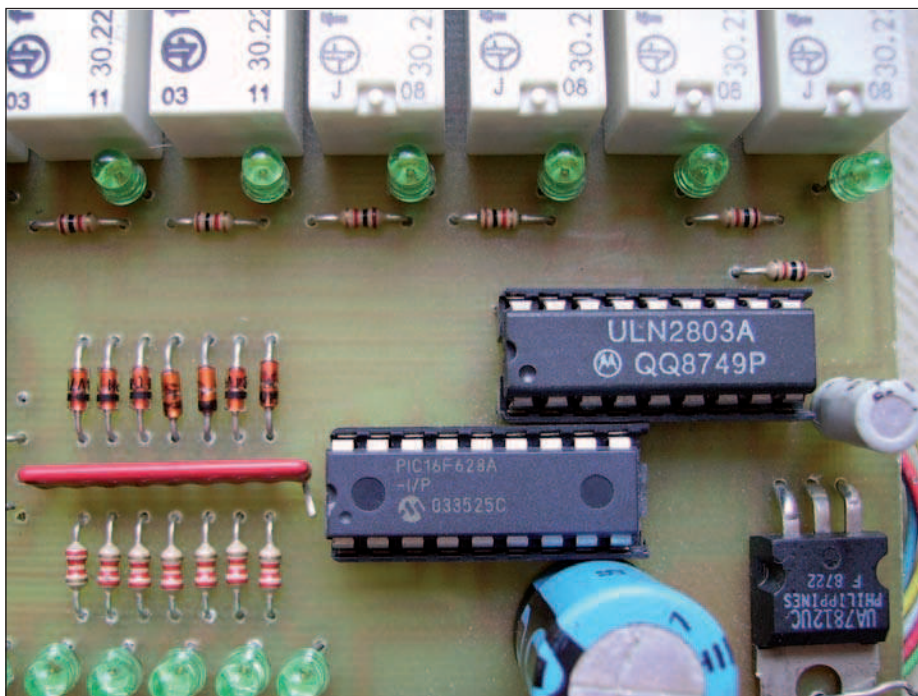



Figura 2: un particolare della scheda.

7 e vi si accedono attraverso la morsettiera X3. La presenza dei LED negli ingressi e nelle uscite rende un eventuale controllo, soprattutto sul campo, più semplice e veloce, ma non sono assolutamente necessari per il corretto funzionamento della scheda. Perciò se volete semplificare ulteriormente il circuito potete ponticellare i LED dal 1 al 7 e omettere di montare quelli dal 8 alle 15. E' possibile notare la presenza di una resistenza in ingresso e di una, facente parte di un partitone resistivo da 10K, che forza l'ingresso a livello basso in mancanza di segnali applicati alla morsettiere, mentre il diodo zenner da 4,7V limita la tensione all'ingresso del PIC al massimo valore supportato da micro. In questo modo è possibile applicare sulla morsettiera tensioni che vanno da 5 a 24V. Per quanto riguarda le uscite, l'uso di relè amplia il campo di utilizzo del progetto, è possibile infatti applicare sia carichi alimentati a 220V che utilizzatori alimentati a batteria, oppure misti, perché i contatti di ogni relè fanno capo a una morsettiera indipendente. Da notare il relè K8 il cui unico compito è quello di segnalare eventuali allarmi dovuti a un cattivo funzionamento di una delle due schede, o a problemi di ricezione del protocollo. La presenza di tale relè si è resa necessaria perché nel caso di problemi, i relè delle uscite vengono immediatamente isolati per garantire la massima sicurezza dell'utilizzatore finale. È utile infatti essere in qualche modo avvisati che nessun carico è alimentato e il sistema si trova nella condizione di stand-by.

Per pilotare i relè abbiamo utilizzato un integrato progettato appositamente a tale scopo, tutto sommato economico considerando che evita la costruzione di un circuito stampato più grande e l'acquisto di otto transistor, altrettante resistenze e lo stesso numero di diodi di protezione. Come già precisato per gli ingressi, i LED da DL8 a DL15 e le resistenze da R8 a R15, nonostante rendano il progetto più completo ed esteticamente presentabile, possono essere omessi senza pregiudicarne il funzionamento finale. Sia la trasmissione che la ricezione avviene con un unico piedino del PIC precisamente il pin 16, in maniera alternata cioè quando la scheda 1 trasmette, la 2 riceve, e viceversa, ogni ciclo dura circa 100 millisecondi. La presenza del diodo D8, garantisce una maggiore sicurezza scaricando a massa eventuali picchi presenti nella linea di trasmissione. Il transistor TR1 e il LED DL16 con relativa circuiteria, servono unicamente da monitor di trasmissione e ricezione. Il pulsante S1 viene utilizzato solo in fase di programmazione per impostare un indirizzo univoco alla scheda che deve essere uguale alla seconda altrimenti la ricezione non viene accettata. La programmazione di un indirizzo univoco a prima vista può sembrare superflua, ma il motivo di questa scelta deriva dall'idea di collegare queste schede in una piccola rete composta da un massimo di 4 coppie. Ogni coppia, cioè due schede che hanno in comune lo stesso indirizzo, riceve e trasmette alla propria gemella lo stato degli ingressi/uscite, utilizzando lo stesso doppino nel quale convivono altre coppie. Data la mancanza di tempo, la rete non è stata sperimentata ne è stata implementata nel programma del micro. Se volete provare in tal senso, potete scaricare dal sito della rivista il file oggetto completo. Per rendere completamente indipendente ogni scheda, abbiamo previsto a bordo l'alimentatore completo, è sufficiente collegare in ingresso una qualsiasi sorgente alternata o continua da 14-15 V. Durante i test è stata stesa una linea di circa 50 metri di cavetto formato da una coppia di fili del tipo usato negli impianti telefonici.

MONTAGGIO

Come sempre abbiamo previsto un circuito stampato che contiene tutti i componenti, vi consigliamo di utilizzarlo perché rende più semplice il collaudo finale. Il master è riportato in **figura 6**. Se volete semplicemente fare delle prove impegnando delle cifre modeste, potete omettere le morsettiere, sempre molto costose, i relè ed eventualmente i diodi zener prestando molta attenzione ad alimentare gli ingressi unicamente con 5V. Montate i LED, almeno quelli in uscita, vi serviranno da monitor durante le prove.

In **figura 7** trovate il piano di montaggio dei componenti che non presenta particolari difficoltà, unico consiglio l'utilizzo degli appositi zoccoli per i due integrati. Se volete evitare l'acquisto delle due reti re-

segue a pagina 29

Figura 3: schema elettrico del sistema.

LISTA COMPONENTI

R1-7:	2,2 KOHM 1/8W
R8-15:	1 KOHM 1/8W
R16:	470 OHM 1/8W
R17:	10 KOHM 1/8W
R18:	10 KOHM 1/8W
R19:	1 KOHM 1/8W
RR1:	RETE RESISTIVA 10 KOHM
C1:	1000 μF 25VL
C2-C4:	100 μF 25VL
C3:	100 μF 16VL
D1-7:	ZENNER 4V7
D8:	ZENNER 5V1
PR1:	PONTE RADDRIZZATORE 1A
DL1-7	LED VERDE (INGRESSI)
DL8-14	LED VERDE (USCITE)
DL15	LED ROSSO (ALLARME)
DL16	LED GIALLO (MONITOR RTx)
TR1:	BC547B
U1:	PIC16F628(A)
U2:	ULN2803
U3:	7812
U4:	78L05
K1-8:	RELE' 12V TIPO SPDT
S1:	PULSANTE PER CS
X1-8:	MORSETTIERA DA CS 2 POLI
X9:	MORSETTIERA DA CS 9 POLI
X10-11:	MORSETTIERA DA CS 2 POLI

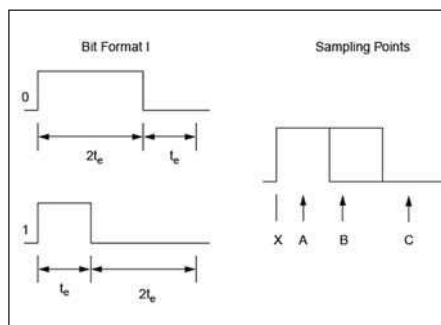



Figura 4: il formato dei bit per il protocollo KEELOQ.

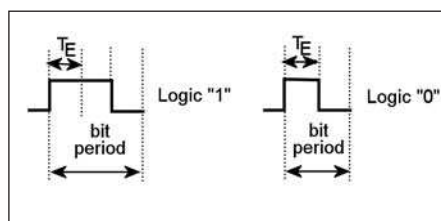



Figura 5: rappresentazione dei livelli logici "0" e "1".

sistive, le potete smontare da una vecchia matherboard o una qualsiasi vecchia scheda video per PC. Il micro va programmato con il file.hex dopo averlo scaricato dal sito della rivista. Tutte e due le schede vanno programmate con lo stesso file.

PROGRAMMAZIONE

La programmazione è necessaria solo nel caso siano presenti più coppie di dispositivi. Con questa, infatti, viene cambiato l'indirizzo che va da 1 a 4. Ovviamente ogni coppia di dispositivi deve avere lo stesso indirizzo in maniera univoca. Per accedere alla programmazione, è sufficiente premere il pulsante presente a bordo scheda, e alimentare la stessa. Il LED rosso di allarme si accende e resta acceso per circa due secondi dopo che abbiamo rilasciato il pulsante. Per un attimo il LED di allarme si spegne indicando l'indirizzo 1, se a questo punto riprendiamo il pulsante, alla scheda viene riassegnato l'indirizzo 1 (default). Nel caso non premiamo il pulsante, dopo una pausa di circa tre secondi il LED si spegne e riaccende per due volte indicando l'indirizzo 2, quindi pausa per tre secondi, e spegnimento del LED per tre volte consecutive, pausa di tre secondi e infine quattro volte consecutive. Com'è facile intuire, per assegnare alla scheda l'indirizzo desiderato, è sufficiente premere il pulsante subito dopo la segnalazione dell'indirizzo da parte del LED di allarme. Lo spegnimento o l'accensione molto debole del LED, indica la fine della programmazione. Nel caso non venga premuto in corrispondenza di nessun indirizzo il pulsante, la scheda mantiene quello presente nella memoria EEPROM (indirizzo 1). Molto importante è l'assegnazione dello stesso indirizzo ad ogni coppia di schede, con indirizzi diversi il comando non viene accettato.

PROTOCOLLO SOFTWARE

E' composto da 3 Byte e dal bit di START. Viene inviato in automatico ogni 100 ms.

1°Byte -> INDIRIZZO SCHEDA: l'indirizzo è contenuto nel primo nibble (LSB), mentre nel secondo (MSB) si trova lo stesso ma complementato.

2°Byte -> STATO 7 INGRESSI: contiene lo stato degli ingressi. Se la ricezione avviene in maniera corretta, lo stato degli ingressi della prima scheda viene riportato nella seconda (e viceversa). Il settimo bit (MSB) è il controllo di parità.

3°Byte -> STATO 7 INGRESSI COMPLEMENTATO: è un controllo sul secondo Byte. Anche in questo il settimo bit contiene la parità.

Controllo della stringa ricevuta:

1) L'indirizzo deve corrispondere, nel caso contrario, il dispositivo ignora semplicemente la stringa ricevuta.
2) Il terzo Byte, una volta complementato, deve corrispondere al secondo. Nel caso contrario viene attivato l'allarme.
3) il controllo della parità sia del secondo che del terzo Byte deve essere corretto. Nel caso contrario viene attivato l'allarme.
Allarme (out)
L'allarme viene attivato anche nel caso il dispositivo non riceva alcun segnale (o indirizzo diverso dal proprio) per otto cicli (circa 0,8 sec). IN OGNI CASO, OLTRE ALLA SEGNALAZIONE DI STATO DI ALLARME DA PARTE DEL LED ROSSO E RELATIVO RELE (K8), LE USCITE VENGONO IMMEDIATAMENTE RESETTATE. Ovviamente il sistema rileva anche il corto circuito di linea, ed è protetto in tutte le fasi della ricezione segnale (time-out).

NUOVA famiglia EEPROM single-wire Package miniaturizzato a 3-terminali!

UNI/O® Serial EEPROM

Vcc

MCU

UNI/O®

Vcc

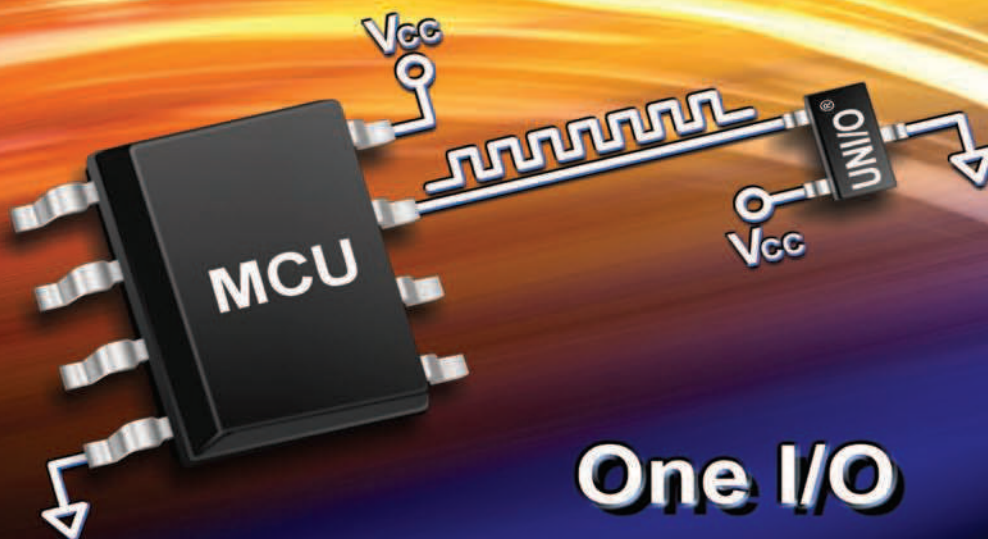
One I/O

Microcontrollers

Digital Signal Controllers

Analog

Serial EEPROMs

CODICE MIP 2720175

La nuova EEPROM seriale UNI/O® di Microchip Technology utilizza UNA sola connessione verso il microcontroller host, rispetto ai due o tre pin richiesti per lo standard I²C™ e ai tre o sei pin necessari per i bus Microwire o SPI. Questa nuova e flessibile soluzione di bus offre caratteristiche avanzate quali il registro di stato e la protezione su richiesta in scrittura. Tutte le funzioni di I/O, di gestione dati e di comando sono controllate attraverso un unico pin.

Semplificare i progetti e ridurre i costi di sistema

- Risparmiate pin sull'MCU: potrete
  - potenziare i vostri progetti con nuove funzionalità
  - passare a un MCU più piccolo = ridurre i costi
- Riducete i pin dei connettori
  - connettori più piccoli = costi ridotti
- Package miniaturizzati e compatti, nessuna resistenza di pullup

Ottimizzati per le applicazioni embedded

- Protezione scrittura software su ¼, ½, o su tutto l'array
- Data rate flessibile; 10 - 100 kHz impostato dall'host
- 1-milione di cicli di E/W, 200 anni di ritenzione dati
- Bassa corrente di standby - 1 µa
- EEPROM reale, fino a 125°C

Dispositivo	Densità (bit)	Tensione operativa
11AA010	1K	1.8-5.5V
11LC010	1K	2.5-5.5V
11AA020	2K	1.8-5.5V
11LC020	2K	2.5-5.5V
11AA040	4K	1.8-5.5V
11LC040	4K	2.5-5.5V
11AA080	8K	1.8-5.5V
11LC080	8K	2.5-5.5V
11AA160	16K	1.8-5.5V
11LC160	16K	2.5-5.5V

BASTA UN SEMPLICE STEP PER INIZIARE

1. Procuratevi uno Starter Kit MPLAB® for Serial Memory Products www.microchip.com/unio

Gli Starter Kit MPLAB® for Serial Memory Products (DV243003) supportano la famiglia UNI/O e tutte le altre EEPROM seriali Microchip e sono disponibili al link www.microchipDIRECT.com o possono essere richieste a uno dei nostri distributori autorizzati

MPLAB® Starter Kit for Serial Memory Products

Intelligent Electronics start with Microchip

microchip DIRECT www.microchipdirect.com

www.microchip.com/unio

MICROCHIP

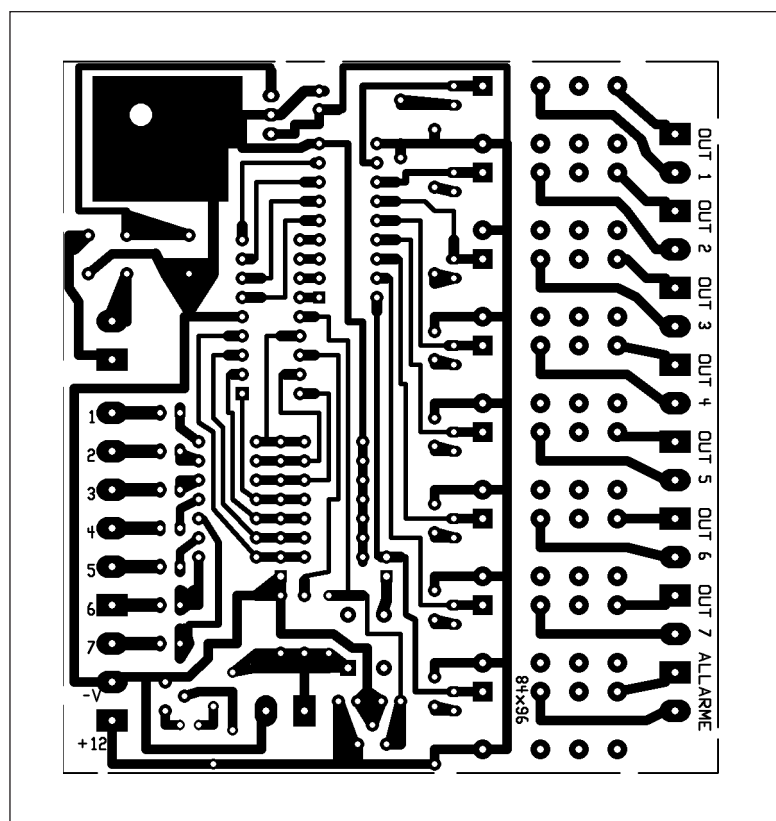



Figura 6: circuito stampato lato rame.

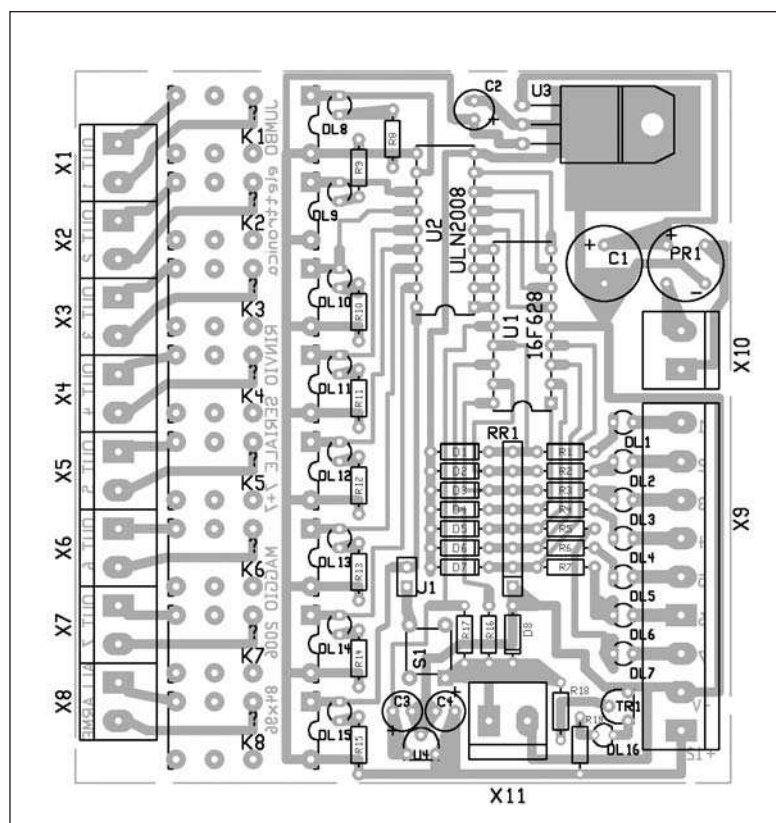



Figura 7: piano di montaggio dei componenti.

PROTOCOLLO HARDWARE

Il formato del segnale da trasmettere è molto importante in un sistema senza quarzo il quale avrebbe garantito un'elevata precisione del clock. Dalle prove pratiche effettuate durante il collaudo del progetto, abbiamo rilevato una differenza importante della frequenza dell'oscillatore interno al PIC tra i micro delle due schede. Abbiamo di conseguenza scartato il formato classico della comunicazione seriale, usato per esempio dalla porta seriale del PC (RS232), che rendeva impossibile la sincronizzazione dei due dispositivi.

Per ovviare a tale inconveniente in maniera sicura, tenendo conto che l'oscillatore interno può variare la propria frequenza anche in presenza di sbalzi di temperatura, abbiamo preferito utilizzare il sistema adottato dalla Microchip per codificare il protocollo "KEELOQ". Come evidenziato nella **figura 4**, il bit viene diviso in tre parti, il primo sempre alto, il secondo alto se deve inviare lo zero logico, altrimenti basso per uno logico. La terza parte sempre bassa per sincronizzare il segnale. In questo modo aiutati dal primo terzo e dall'ultimo terzo, possiamo testare la parte centrale sincronizzando il segnale non più con il solo bit di start ma ad ogni bit trasmesso.

Il protocollo da noi adottato per motivi pratici è stato leggermente modificato. Per trasmettere l'uno logico viene portata alta la parte centrale del bit, mentre lo 0 logico viene costruito in due sole parti, la prima altra, la seconda bassa **(figura 5)**.

Il segnale è sempre stato ricevuto in maniera corretta nonostante il baudrate dei due PIC siano stati volontariamente alterati simulando periodi di trasmissione e ricezione fortemente differenti. È un sistema che vi invitiamo a provare anche in altre applicazioni perché veramente efficace in qualsiasi situazione.

Vi invitiamo alla sperimentazione con più coppie di schede eventualmente modificando il programma in modo da sincronizzare le trasmissioni.

Anche l'interfaccia Hardware tra le due o più schede va migliorata in particolare se la coppia di cavi che le collega è molto lunga (>50mt). ❑

CODICE MIP 2756567

progetto tesina

Inizia qui una serie di articoli dedicati agli studenti delle scuole tecniche che si apprestano a sviluppare tesine da presentare agli esami di stato. Gli allievi di queste scuole (in particolare istituti IPSIA e ITIS) di solito hanno molta difficoltà a reperire materiale per realizzare gli "approfondimenti" che costituiranno la loro tesina. La ricerca su Internet spesso restituisce dei risultati deludenti: anche allievi brillanti finiscono per disorientarsi e per presentare argomenti banali che non rendono giustizia delle loro capacità. Personalmente ho una lunga esperienza di insegnamento nelle ultime classi dell'IPSIA (settore Tecnici Industrie Elettriche) ed ho aiutato moltissimi allievi a tirare fuori il meglio delle loro potenzialità, consigliando loro gli argomenti da sviluppare ed i collegamenti con le altre materie. Lo sviluppo di una tesina d'esame offre un'ampia scelta di temi e di forme (elaborato scritto, presentazione in Power Point, realizzazione di un filmato, ...).

Per studenti di scuole tecniche io suggerisco sempre di accompagnare l'esposizione dell'argomento tecnico con un modello dimostrativo, ad esempio un circuito elettronico funzionante che dimostri quanto affermato in teoria e che abbia un'utilità pratica, oppure un programma per PLC che risolva un problema reale. Questa rivista presenterà una serie di piccoli progetti adatti ad essere realizzati e presentati come argomenti di approfondimento in elettronica ed elettrotecnica. Per ognuno di questi progetti saranno inoltre consigliati dei collegamenti logici con argomenti delle altre materie. Consiglio agli studenti di non presentare la tesina come un "mattone", cioè come un'unica relazione discorsiva e indistinta, ma di suddividerla in diverse parti per agevolarne la comprensione. La parte della tesina riguardante l'elettronica o l'elettrotecnica dovrebbe contenere le seguenti parti:

- la presentazione, in cui si dichiara l'oggetto e l'obbiettivo generale del progetto tecnico,
- la teoria e lo schema di principio di un'applicazione,
- lo schema esecutivo, l'elenco dei componenti e la realizzazione pratica,
- il collaudo e la conclusione,
- i data-sheet, la bibliografia, i siti Internet.

Alcuni utili suggerimenti

La tesina - La tesina, così come viene richiesta per la prova orale dell'esame di Stato, non è altro che un lavoro di approfondimento condotto a partire da un grande argomento contenuto nel programma dell'ultimo anno, e capace di interessare più materie, di essere cioè interdisciplinare o pluridisciplinare. **L'argomento** - L'argomento è a scelta, così come è a scelta di ciascun candidato la disciplina dalla quale iniziare la ricerca, e il numero di materie da coinvolgere nei cosiddetti 'collegamenti': possono essere tutte le materie dell'ultimo anno, oppure un numero limitato. **Le materie** - Non è dunque decisivo, né tassativo, far rientrare TUTTE le materie nel piano della tesina: meglio circoscrivere l'orizzonte alle discipline ragionevolmente legate all'argomento, piuttosto che inventarsi collegamenti improbabili o puramente nominali (e in ogni caso, questo è un punto da concordare accuratamente con i docenti, per evitare sorprese dell'ultimo momento). **Pluridisciplinarietà** - L'argomento scelto deve però essere potenzialmente pluridisciplinare: vale a dire che non deve essere legato esclusivamente ad una disciplina. Facciamo un esempio: scegliere 'La poesia di Giuseppe Ungaretti' come argomento della tesina non è corretto, perché limitativo; è corretto scegliere come argomento 'La guerra e i suoi testimoni', all'interno del quale rientrerà la trattazione della poesia di Ungaretti nella parte dedicata alla letteratura italiana. **Mappa concettuale** - E' molto utile, anche se non obbligatorio, iniziare il progetto della tesina stendendo una mappa concettuale. Può essere una semplice "scaletta", oppure un organigramma di lavoro più complesso. In ogni caso, la mappa del lavoro dovrebbe contenere una definizione sintetica dell'argomento di partenza, la successione delle discipline con una breve definizione del contenuto, gli eventuali rimandi da una materia all'altra.

(fonte: www.kataweb.it)

di ANTONIO CECERE

LAMPADA *di emergenza*

Il primo articolo della serie dedicata alle tesine d'esame riguarda il progetto e la costruzione di una lampada di emergenza di tipo innovativo

L'illuminazione di emergenza è prescritta nei luoghi pubblici dove, in mancanza di corrente, il buio potrebbe causare pericolo. Tutti riconosciamo che anche all'interno delle abitazioni può essere utile una lampada di emergenza per evitare la paura dei bambini e la caduta accidentale degli adulti. Qui si propone una lampada di emergenza innovativa, che presenta molti vantaggi rispetto alle lampade commerciali:

- basso consumo in accensione e quindi lunga durata delle batterie;
- sorgente luminosa con vita praticamente infinita (LED bianchi);
- semplicità di costruzione;
- basso costo e reperibilità dei componenti;
- alto rendimento energetico;
- "direzionabilità" della fonte luminosa.

Utilizzeremo come fonte luminosa i LED ad alta intensità che sono reperibili a basso costo da alcuni anni e cominciano a sostituire tutte le altre fonti luminose, ad esempio nei semafori e negli indicatori delle auto.

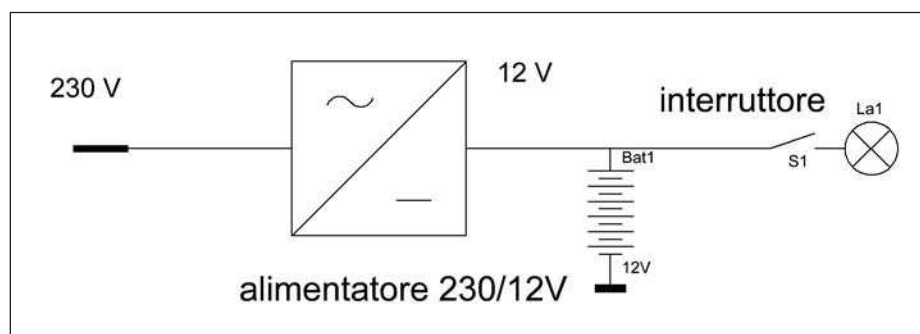



Figura 1: schema di principio della lampada di emergenza.

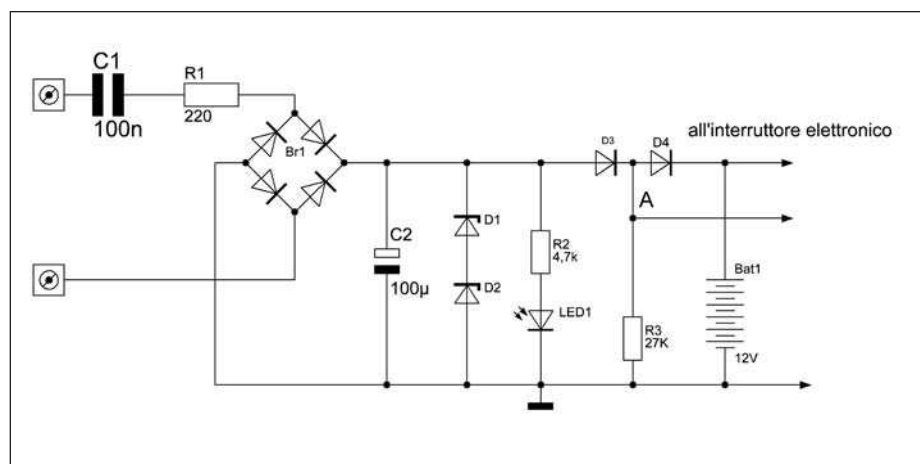



Figura 2: schema elettrico dell'alimentatore.

SCHEMA DI PRINCIPIO E SCHEMA ESECUTIVO

Lo schema di principio contiene un caricabatteria ed un interruttore automatico che accende la lampada quando manca la corrente. Il caricabatterie trasforma la tensione di rete a 230 Volt in una tensione adatta a mantenere carico un accumulatore a 12 Volt in corrente continua. Per economizzare il costo e semplificare la costruzione si propone un alimentatore senza trasformatore “a caduta capacitiva”.

La tensione di rete viene abbassata attraverso un condensatore ed una resistenza (R1, C1) e raddrizzata da un ponte di diodi (Br1). La tensione in uscita del ponte viene livellata da un condensatore elettrolitico (“filtro”) e stabilizzata a 15v da due diodi zener (Z1 e Z2) da 7,5 Volt collegati in serie.

Prima di essere applicata alla batteria (tensione nominale di 12V), la tensione viene abbassata a 13,8v passando attra-

Figura 3: interruttore elettronico e led.

LISTA COMPONENTI	
R1	220 Ω - 1 W
R2	4,7 KΩ - 1/4 W
R3	27 KΩ - 1/4 W
R4, R5	180Ω - 1/4 W
C1	100 nF - 630 V
C2	100 μF - 25 V elettrolitico
D1, D2	Diodi zener 7,5 V - 1W
D3, D4	Diodi 1N 4007
Br1	Ponte raddrizzatore DF 04
LED1	LED rosso 5 mm (oppure LED verde)
LED2, LED3, LED4, LED5, LED6, LED7	LED bianchi 5mm
T1	Transistor BC327
Bat	Batteria ermetica 12V - 1,2 Ah
	(oppure 2 batterie 6V - 1,2 Ah)
M1, M2	Morsettiere 2 posti
	Scatola di plastica con coperchio trasparente
	140x190x70 (o maggiore)

Figura 4: schema completo della lampada di emergenza.

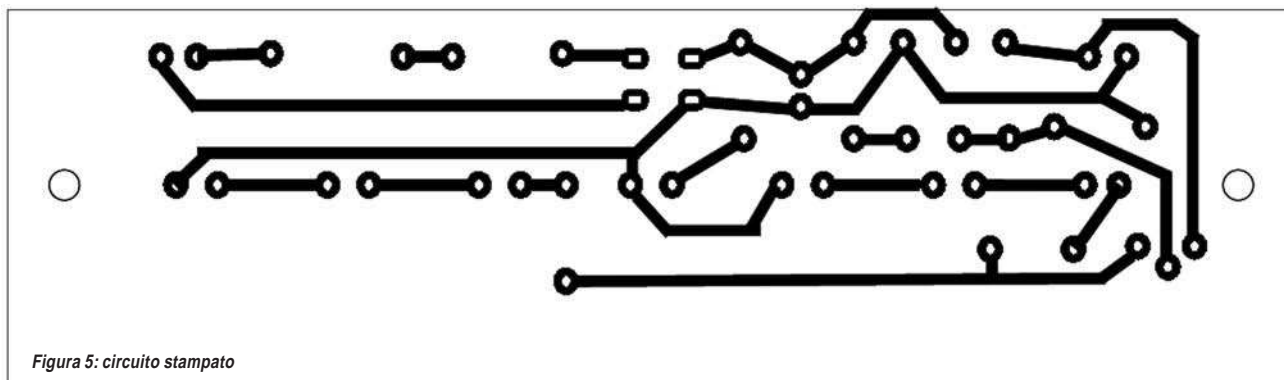



Figura 5: circuito stampato

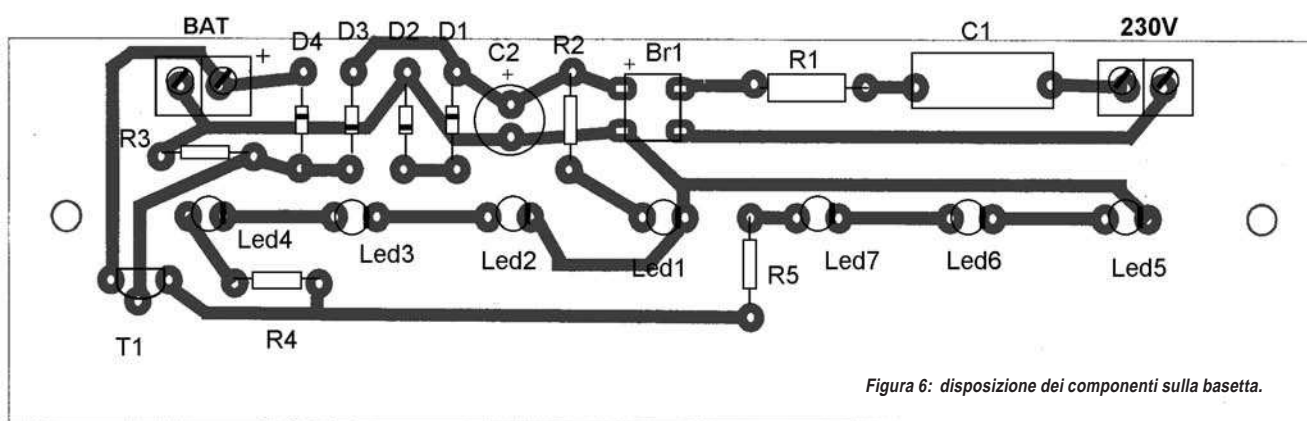



Figura 6: disposizione dei componenti sulla basetta.

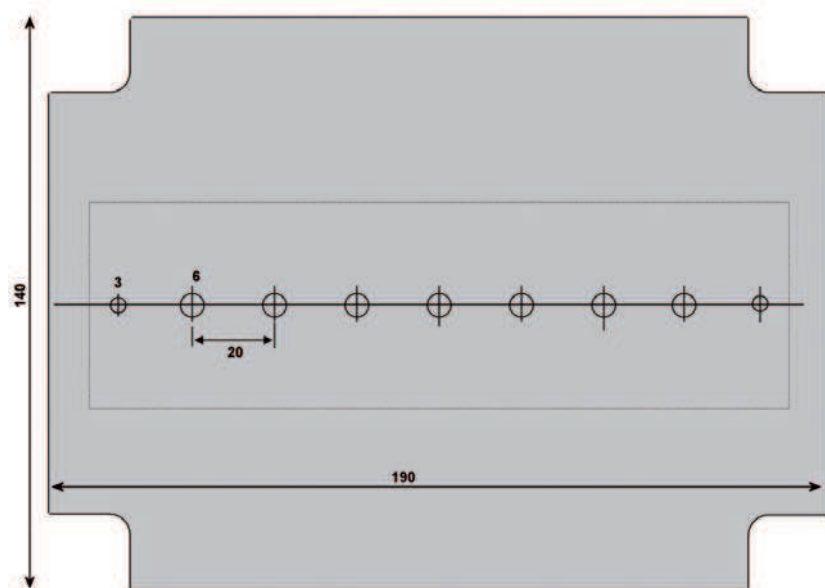



Figura 7: piano di foratura del pannello frontale.

verso due diodi in serie (1N4002). La presenza della tensione di rete rete viene segnalata da un LED rosso (L1) che si alimenta dal positivo attraverso una resistenza di limitazione. L'interruttore elettronico che accende i LED bianchi è costituito dal transistor BC 327 che entra in conduzione quando manca tensione nel punto A e la resistenza R2 preleva corrente dalla base del transistor. I LED bianchi sono collegati a tre a tre in serie e poi in parallelo.

Su ogni serie c'è una resistenza limitatrice di corrente da 180W. Se ci serve una maggiore luminosità possiamo aggiungere altre serie di LED. Ognuna delle due serie assorbe circa 25 mA e quindi la corrente totale assorbita dalla batteria si aggira sui 50 mA. Una batteria della capacità di 1 Ah può tenere accesi i LED per circa 20 ore (50 mA x 20 ore = 1 Ah)

REALIZZAZIONE PRATICA E COLLAUDO

Per sistemare tutti i componenti si può utilizzare una scatola di derivazione (14x19 cm) con il coperchio di plastica trasparente, oppure riciclare il contenitore di una lampada di emergenza non più funzionante.

Tutti i componenti vengono montati su una basetta di circuito stampato, realizzato con il metodo dei simboli trasferibili. In alternativa gli studenti possono utilizzare una basetta millefiori, che per prototipi risulta più pratica pur sacrificando

MAPPA *concettuale*

LA MAPPA CONCETTUALE È FONDAMENTALE PER IL COLLEGAMENTO TRA LE VARIE MATERIE. ECCO UNA POSSIBILE MAPPA IN CUI È INCLUSO IL PROGETTO APPENA PRESENTATO.

Luci ed ombre nella storia del '900

materia: STORIA
Il nazismo e gli altri totalitarismi

materia: ITALIANO
Poeti e scrittori testimoni della storia Levi, Ungaretti

materia: ED. FISICA
La fiaccola olimpica

materia: ELETTRONICA
Lampada di emergenza

materia: SISTEMI
Controlli ad anello aperto e ad anello chiuso

materia: INGLESE
White LEDs

materia: MATEMATICA
Ricerca dei minimi e dei massimi

COMMENTO ALLA MAPPA CONCETTUALE:

Non si può dare un giudizio univoco sul novecento perché esso è caratterizzato da luci ed ombre. L'ombra più evidente è il manifestarsi di razzismo e totalitarismi (Storia), di cui sono stati testimoni scrittori e poeti, come Primo Levi e Giuseppe Ungaretti (Italiano). Di segno contrario sono state le Olimpiadi, che hanno promosso la pace tra i popoli ed il rispetto degli uomini al di là di ogni divisione (Educazione Fisica).Lo sviluppo della tecnica ha reso più cruente le guerre, ma ha anche reso più facile la vita degli uomini.

l'estetica. Una piastra di plexiglass bianco fa da telaio portante e su di essa viene fissato il circuito elettronico con delle viti distanziatici. I componenti vengono saldati sulla basetta dal lato opposto alle piste, mentre i soli LED vengono saldati dal lato delle piste, per farli fuoriuscire dal plexiglass attraverso dei fori predisposti. I LED possono essere leggermente piegati in modo da distribuire la luce nell'ambiente, oppure da concentrarla nelle zone di passaggio.

La **figura 5** mostra il disegno delle piste e la **figura 6** la disposizione dei componenti. La **figura 7** mostra la foratura della piastra dei plexiglass e la **figura 8** lo

Coperchio plexiglass trasparente
plexiglass opaco
rete
BATTERIE
6V
6V

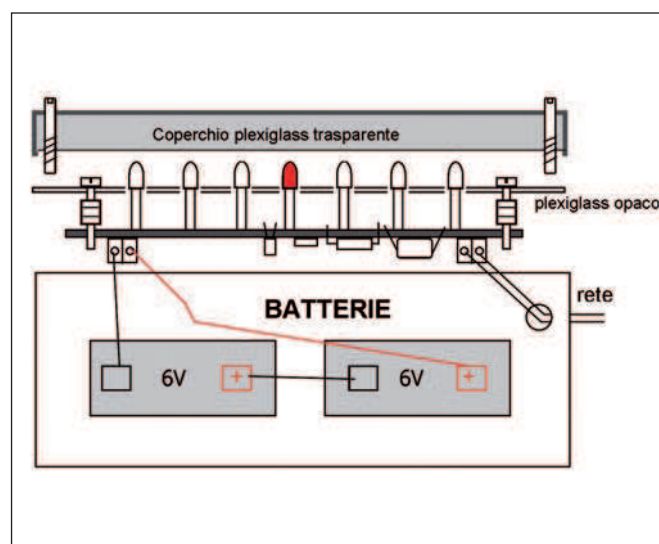



Figura 8: Assemblaggio della lampada.

schema di montaggio delle varie parti. All'interno della scatola e quindi al di sotto della basetta del circuito stampato viene alloggiato l'accumulatore da 12 volt (oppure due accumulatori da 6 V in serie, se c'è problema di spazio nel contenitore scelto).

Per collaudare il circuito basta collegare la batteria e constatare che tutti i LED bianchi accendono. Inserendo la spina nella presa di casa i LED bianchi si devono spegnere, mentre si deve accendere il LED rosso che segnala la presenza rete.

ATTENZIONE: Dopo aver inserito la spina, non si deve toccare il circuito con le mani, perché è sotto tensione. ❑

CODICE MIP 2756575

di PAOLO ROGNONI

GIOCO DI LUCI *con pwm software*

Vediamo come sia possibile commutare il PWM su più di un pin di un microcontrollore PIC realizzando un gioco di luci

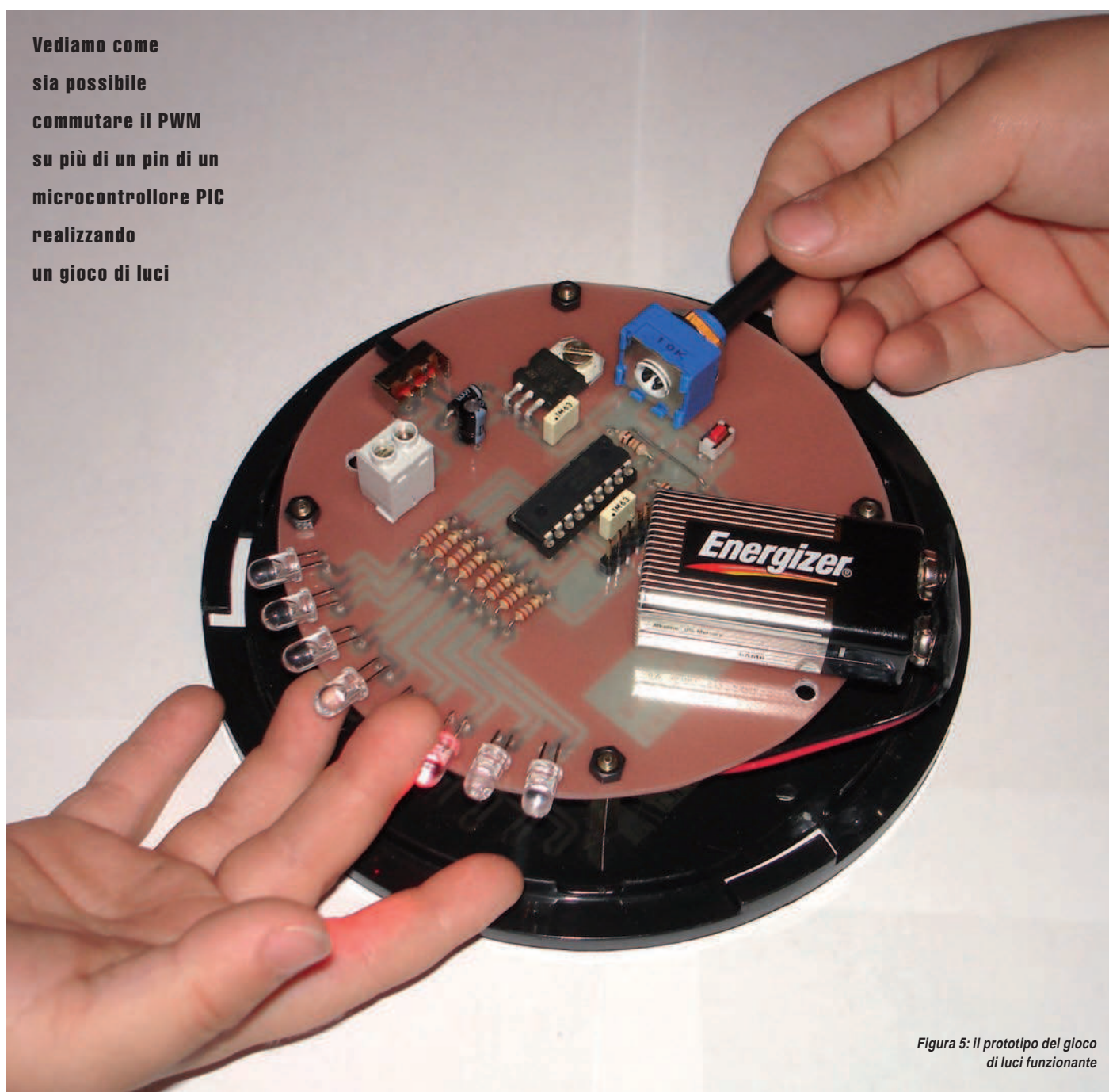



Figura 5: il prototipo del gioco di luci funzionante

Questo progetto permette di realizzare l'effetto luminoso SuperCAR, mediante otto LED connessi ad un microcontrollore PIC. Di per sé il progetto non ha niente di difficile e lo si può realizzare facilmente con l'elettronica digitale, senza dover scomodare per forza un microcontrollore. Però le specifiche di progetto richiedevano che fosse disponibile anche la scia luminosa, che permettesse quindi di vedere l'accensione e lo spegnimento morbido di ogni singolo LED. Una rete RC per ogni LED avrebbe risolto il problema ma si voleva realizzare qualcosa in più, qualcosa completamente firmware; pilotando ciascun LED con un segnale PWM, è possibile

Figura 1: schema elettrico per la realizzazione del PWM software.

LISTA COMPONENTI

R1,…, R8	**220 Ω 1/4 W**
R9	**10 kΩ potenziometro**
C1	**100 nF poliestere**
LED1,…LED8	**LED da 5mm, 20mA max**
U1	**PIC16F819 (vedi articolo)**
P1	**PIN strip 5 vie**

Tabella 1

Figura 2: schema elettrico per la realizzazione del gioco di luci.

LISTA COMPONENTI

R1,…, R8	**220 Ω 1/4 W**
R9	**10 kΩ potenziometro**
R10, R11	**10 kΩ 1/4 W**
C1, C2	**100 nF poliestere**
C3	**10 µF, 50V**
D1	**1N4003 oppure 1N4007**
LED1,…LED8	**LED da 5mm, 20mA max**
U1	**LM7805**
U2	**PIC16F819 (vedi articolo)**
P1	**PIN strip 5 vie**
P2	**Connettore a vite**
SW1	**Deviatore a slitta per PCB**
PULS1	**Pulsante norm. aperto**

Tabella 2

Figura 3: circuito stampato per la realizzazione del gioco di luci.

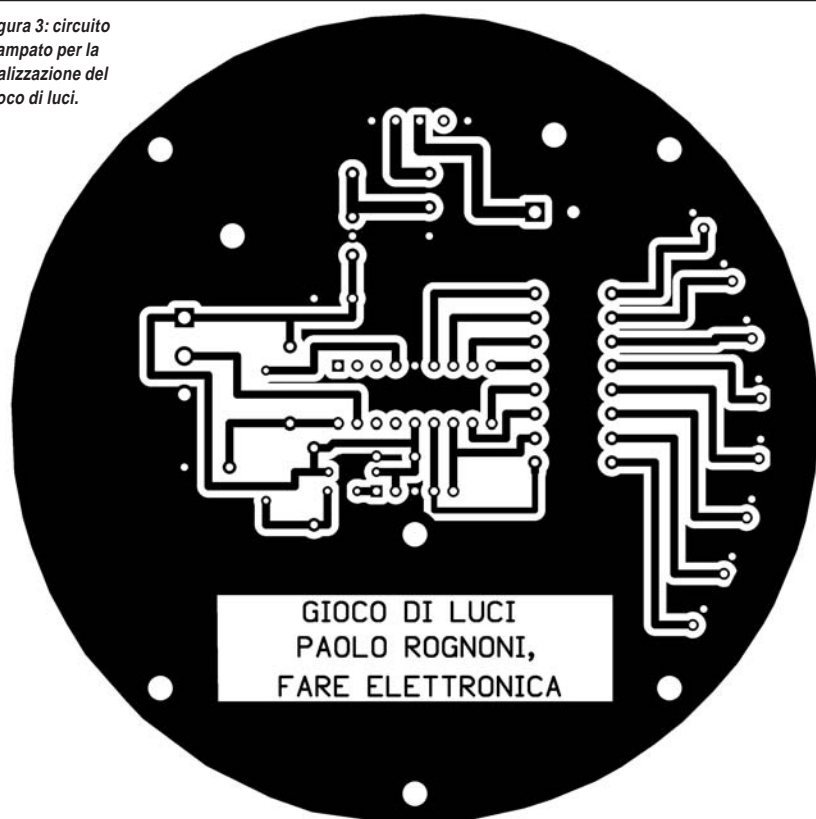
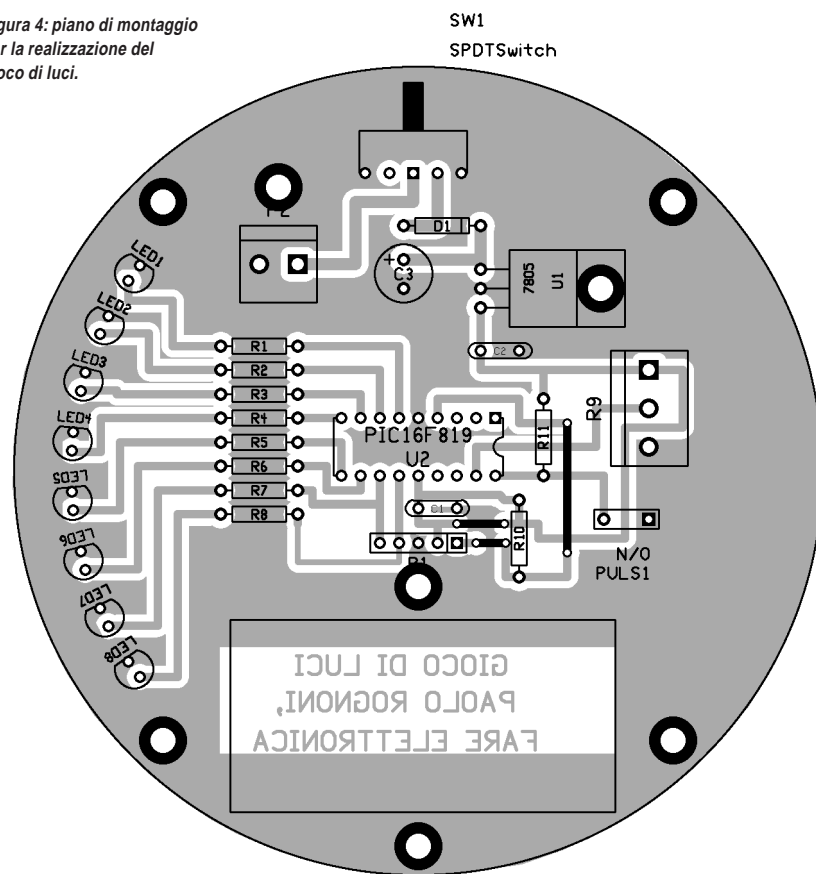



Figura 4: piano di montaggio per la realizzazione del gioco di luci.

realizzare l'accensione e lo spegnimento modulato, creando l'effetto scia desiderato; nella migliore delle condizioni, però, i PIC della serie mid-range offrono solamente due canali PWM, senz'altro insufficienti per pilotare in modo distinto otto LED come richiesto.
L'unica strada percorribile è stata quindi quella di realizzare un PWM software da applicare su due LED consecutivi: su quello in accensione e su quello accanto, in spegnimento.

SCHEMA ELETTRICO

Il progetto sfrutta un PIC16F819 ma è sempre possibile adattarlo ad altri PIC da 18 pin, (PIC16F84A o PIC16F628A) ma anche a quelli con più pin (si veda il paragrafo *Come fare con altri PIC*). Lo schema di principio è quello di **figura 1**, ove si vede sostanzialmente il solo PIC e gli otto LED; ho considerato otto LED con assorbimento di 20mA ciascuno per cui ho interposto tra ciascun LED ed il corrispondente pin di PORTB del PIC, una resistenza da 220 Ohm.
L'utilizzo di PORTB è stata effettuata perché è presente, con tutti gli otto bit, su molti PIC della famiglia mid-range (anche, come detto, per il PIC16F84A). Sfruttando l'oscillatore interno al PIC è possibile omettere il quarzo esterno, riducendo così ingombri e costi.
Per chi disponesse di un PIC di taglio maggiore, come ad esempio il PIC16F876A, per mantenere una certa compatibilità del codice, si consiglia di collegare i LED sempre a PORTB.
Nello schema compare anche il connettore a pin strip per la programmazione in-circuit mediante ICD2 di Microchip.
Per la realizzazione del PWM software sono necessari i componenti indicati in **tabella1**.

PWM SOFTWARE SU OTTO LED

Il problema che è stato sottoposto offriva tre spunti interessanti da analizzare; il primo è quello della generazione di un PWM di cui sia nota la frequenza e il duty-cycle, il secondo aspetto è quello di variare il duty-cycle ed il terzo è quello di fornire il segnale PWM a due pin consecutivi di PORTB, con duty-cycle crescente per un LED e decrescente per il

LISTATO 1

```
void interrupt (void)
{
   if (intcon.TMR0IF) // Interrupt su overflow TIMER 0
   {
     intcon.TMR0IF=0;
     tmr0=190;
     k_on+=incremento;
     if (status.C)
     {
           duty_on+=incremento;
           if (status.C)
           {
              fl_incr_duty=1; //abilitare un flag DUTY++
              duty_on=incremento;
           }
     }
   }
}
```

LISTATO 2

```
void PWM (void)
{
       if (k_on<=duty_on)
       {
              PWM_ACCENSIONE = ON;
       } else {
              PWM_ACCENSIONE = OFF;
       }
}
```

LISTATO 3

```
       if (PWM_ACCENSIONE)
       {
                set_bit (buffer,i);
                clear_bit (buffer,i-1);
       } else {
                clear_bit (buffer,i);
                set_bit (buffer,i-1);
       }
```

LED adiacente. Tutti questi aspetti sono stati realizzati in codice C, con due progetti distinti, uno per BoostC e uno per MikroC, che condividono però lo stesso codice sorgente; il progetto commentato in questo paragrafo è denominato PWM_software. Il PIC è configurato per funzionare con l'oscillatore interno a 8MHz; inoltre sfrutta il TIMER 0 (a 8 bit) predisposto per funzionare con prescaler 1:2 del quale viene gestito l'interrupt ogni 256 μs; questo è il periodo di tempo con cui si va ad incrementare il duty-cycle, all'interno della routine di risposta all'interrupt. Ad ogni overflow di TMR0 il firmware si preoccupa di incrementare una variabile (duty_on). Ciclicamente, nel main, viene richiamata la funzione PWM la quale esegue un confronto tra il valore di un contatore (k_on) e il duty-cycle. Nel caso di k_on<=duty_on, il flag PWM_ACCENSIONE viene posto a ON, in caso contrario diventa OFF. Prima di concludere la funzione si incrementa il valore di k_on di un valore pari a quanto definito nella variabile incremento. Il flag PWM_ACCENSIONE viene impiegato per pilotare il LED interessato all'accensione e, in "controfase", viene usato per spegnere il LED precedente, generando così l'effetto scia. Il pilotaggio della porta PORTB non è diretto ma si affida ad un buffer che viene poi *copiato* su PORTB. Per porre a 1 e a 0 i singoli bit del buffer anche per questo progetto si sfruttano due macro: set_bit() e clear_bit(). Con queste macro è possibile indicare il byte ed il numero del bit (da 0 a 7) da accendere o spegnere; le macro set_bit() e clear_bit() sono già disponibili in BoostC. Per rendere il codice portabile, sono state realizzate anche per MikroC e nel file *PWM_software.h* si può vedere come sono state implementate.

GIOCO DI LUCI

Per completare il progetto si passa allo schema di **figura 2**, decisamente più esauriente del precedente. Osservandolo, oltre alla presenza di uno stadio di alimentazione classico, si notano anche la presenza del potenziometro R9 e del pulsante PULS1. Volendo introdurre diversi giochi di luci su una piastra maneggiabile, è stato necessario realizzare un circuito stampato **(vedi figura 3)** con i compo-

Notazione Ungherese e
CAMEL CASE

Nella scrittura del codice C sono state utilizzate due convenzioni interessanti; la notazione ungherese (o ungara) e il Camel Case. Vediamo di capire di cosa si tratta. La notazione ungherese è un modo di scrivere le variabili facendole precedere da un prefisso che ne possa ricordare il tipo di appartenenza. Ad esempio, per dichiarare una variabile a 8 bit senza segno si scrive unsigned char uchVariabile1, oppure ancora un intero con segno è dichiarato come int iVariabile2 eccetera. Il Camel Case, invece, è un modo per scrivere nomi di variabili e/o funzioni in modo parlante senza inserire spazi, ricordandosi di inserire le lettere maiuscole all'inizio di ogni parola. Ad esempio la funzione void ControlloSemaforoFerroviari o (void) è scritta con il metodo Camel Case, ossia si impiegano le maiuscole (Case) e la scrittura che si ottiene è del tutto simile all'effetto che fanno le gobbe del cammello. Tanto la notazione ungherese quanto il Camel Case non sono normati e quindi vanno impiegati con estrema cautela per evitare di creare confusione anziché creare ordine nella scrittura.

nenti di **tabella 2**. Si noti che qualora si desiderasse montare un set di LED ad alta luminosità si è obbligati a scegliere valori adeguati per le resistenze R1,…, R8, prestando attenzione al fatto che il PIC può erogare al massimo 25mA per ciascuna porta. In **figura 4** è mostrato il piano di montaggio componenti; si noti che, per l'utilizzo con una batteria a 9V, è stata riservata un'area sottostante il PCB e due fori per eventualmente ancorare la batteria al PCB. Il foro praticato in corrispondenza del morsetto P2 serve esclusivamente per il passaggio del cavetto di alimentazione che porta tensione dalla batteria al circuito.
In **figura 5** è mostrata la realizzazione del primo prototipo. I LED utilizzati sono del tipo ad alta luminosità, montati piegati a 90° in modo che l'emissione della luce fosse sul perimetro esterno del PCB. La collocazione in un contenitore per DVD permette maggiore robustezza e maneggevolezza.

LISTATO 4

```
while(1)
{
        switch (chGioco)
        {
                case 0:
                        SuperCarScia ();
                break;

                case 1:
                        SuperCar ();
                break;
                case 2:
                        AA55 ();
                break;

                case 3:
                        Conta ();
                break;
                ..........................
        }
}
```

PER approfondire...

Datasheet PIC16F819: www.microchip.com/

Compilatore BoostC: www.sourceboost.com/

Compilatore MikroCwww.mikroe.com/

Programmatore/debugger ICD2: www.microchip.com/ICD2/

Cos'è il PWM: http://it.wikipedia.org/wiki/Modulazione_di_larghezza_di_impulso/

Cos'è il PWM: http://en.wikipedia.org/wiki/Pulse-width_modulation/

PWM software: www.electroportal.net/vis_resource.php?section=RP&id=147/

Notazione ungara: http://it.wikipedia.org/wiki/Notazione_ungara/

Camel Case: http://it.wikipedia.org/wiki/Camel_case/

IL FIRMWARE DEL GIOCO DI LUCI

Questo codice nasce prendendo spunto dal precedente a cui però, in primis, è stata aggiunta la gestione dell'ingresso analogico e del pulsante, oltre che ad un numero maggiore di giochi di luce; la selezione dei vari giochi di luce avviene proprio per mezzo del pulsante che permette di selezionare in sequenza tutti i giochi di luci disponibili; ad ogni pressione del pulsante la variabile *chGioco* viene incrementata **(vedi progetto GiocoLuciLed)**. Il potenziometro, invece, svolge la funzione di variare la velocità di esecuzione dei singoli giochi, in funzione del valore di tensione letta dall'ingresso analogico.

COME FARE CON ALTRI PIC

Il primo progetto, quello che impiega il codice denominato *PWM_software*, è facilmente adattabile ad altri PIC, come il PIC16F84A, il PIC16F876A o il PIC16F628A; gli aspetti di adattamento, già ampiamente discussi nell'articolo precedente, riguardano sostanzialmente la presenza o meno del convertitore A/D e dell'oscillatore integrato.
Un occhio di riguardo va posto, come sempre, ai configuration bit di ogni singolo PIC.
Anche in questo caso, la stesura del firmware in linguaggio C ha permesso la portabilità su quasi tutti i PIC della famiglia mid-range; con un piccolo sforzo (ma a questo punto c'è da chiedersi se ne vale la pena) è possibile passare anche alla realizzazione dei progetti con PIC18.

CONCLUSIONI

Questi progetti, per come sono strutturati, ben si prestano bene per l'esecuzione su bread-board (o su piastra mille fori), benché per il secondo sia stato proposto un PCB. I giochi di luce che sono stati proposti sono solo un esempio; chi dispone di licenze full per BoostC e/o per MikroC può dilettarsi nell'implementare altri schemi.
Quelli proposti sono compilabili con le licenze free di entrambi i compilatori, non andando a occupare troppe risorse del microcontrollore. ❏

CODICE MIP 2756611

di VINCENZO SORCE

PIC DEVELOPMENT set (parte quinta)

PROGRAMMI DI COLLAUDO

Ultimato il progetto della scheda di sviluppo non resta che effettuarne il collaudo. Ecco dunque alcuni programmi di test

Per il test della scheda di sviluppo presentata nei numeri precedenti abbiamo predisposto quattro procedure di collaudo volte a testare particolari sezioni della scheda. Le quattro procedure consistono in:

1) test delle connessioni dei LED/Switch;
2) test dei display a 7 segmenti;
3) test del display LCD;
4) test dei 32 LED.

TEST1-CONNESSIONI DEI LED/SWITCH

Il primo collaudo della scheda di sviluppo si esegue nel seguente modo:

- si collega l'alimentatore ad una delle due schede di programmazione senza PIC (il collegamento serve soltanto per avere l'alimentazione di 5V nella scheda);
- si collega, col cavo flat a 40 pin, il programmatore alla scheda di sviluppo;
- si predispongono i microswitch MS1, MS2, MS3, MS4, MS5, MS9, MS10, MS11, MS12 ed MS13 in posizione ON, tutti gli altri in posizione OFF;

Figura 2: il collaudo dei display a 7 segmenti.

- premiamo i pulsanti: in corrispondenza si avrà l'accensione e lo spegnimento del rispettivo LED;
- nel caso in cui qualche LED non si accende si ha l'indicazione del punto del circuito stampato dove intervenire. Adesso vediamo il perché di quanto descritto. Si analizzi la **figura 1**. Chiudendo gli switch Mx e premendo i pulsanti Pxx il LED viene alimentato con una corrente pari a:

I=5V/1,390K=3,6mA

corrente sufficiente per renderlo luminoso. Qualora il LED non si accendesse significa che i relativi collegamenti tra led e switch sono interrotti ed è quindi necessario rivedere il circuito stampato.
Per i test successivi prendiamo in esame alcuni programmi, scritti in mikrobasic, per verificare l'esatto funzionamento del sistema realizzato e per saggiarne le potenzialità.

Figura 3: Il sistema con il programmatore per i 28 pin.

TEST2 COLLAUDO DEI DISPLAY A 7 SEGMENTI

Si esamini il programma riportato nel **listato 1**. La procedura da eseguire è la seguente:

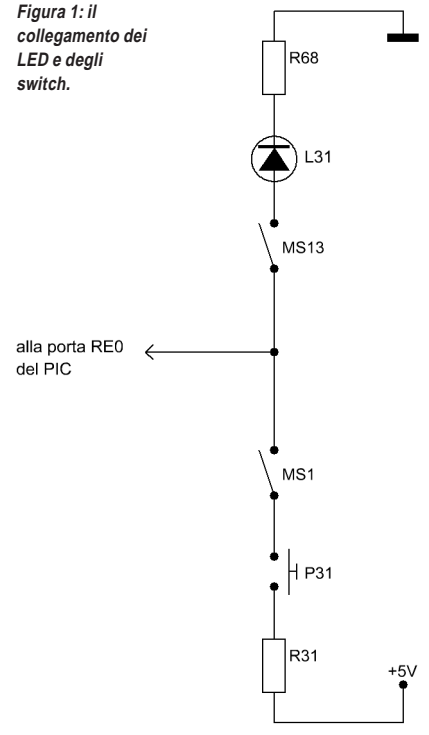
segue a pagina 49

LISTATO 1

```
program contatore_7_seg_628A
‘
‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘
‘ NOME PROGRAMMA: contatore per n.4 display a 7 segmenti      ‘
‘                anodo comune (attivo con livello 0 all’anodo)‘
‘ integrato: PIC16F628A                                     ‘
‘ QUARZO: 20MHz                                            ‘
‘ LINGUAGGIO DI PROGRAMMAZIONE: mikrobasic                   ‘
‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘‘
‘
const display as byte[10]= (64,121,36,48,25,18,2,120,0,16) ‘definisce il display
dim migliaia as byte
dim centinaia as byte
dim decine as byte
dim unita as byte
dim k as byte
main:
  CMCON=7 ‘ predispone le PORTA come I/O e non come comparatore
  trisa=0 ‘ predispone le porte A come Output
  trisb=0 ‘ predispone le porte B come Output
  porta=0 ‘ assegna il valore 0 alle porte A
  portb=0 ‘ assegna il valore 0 alle porte B
  ‘
  ‘ inizia un ciclo “for/next” nidificato per il conteggio
  ‘
  for migliaia=0 to 9
    for centinaia=0 to 9
     for decine=0 to 9
       for unita=0 to 9
         for k=1 to 250 ‘ in questo for/next si ha la visualizzazione e la
                        ‘ velocità del conteggio
           ‘
           porta=7      ‘ porta=00111 -> 7 (posizione 0 alla 4^ cifra da dx)
           portb=display[migliaia]
           delay_ms(1)
           porta=11     ‘ porta=01011 -> 11 (posizione 0 alla 3^ cifra da dx)
           portb=display[centinaia]
           delay_ms(1)
           porta=13     ‘ porta=01101 -> 13 (posizione 0 alla 2^ cifra da dx)
           portb=display[decine]
           delay_ms(1)
           porta=14     ‘ porta=01110 -> 14 (posizione 0 alla 1^ cifra da dx)
           portb=display[unita]
           delay_ms(1)
           ‘
         next k
       next unita
      next decine
    next centinaia
  next migliaia
end.
```

LISTATO 3

```
'
''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
' PROGRAMMA: accensione contemporanea di 32 LED  '
' INTEGRATO: PIC16F877A                          '
' QUARZO: 20MHz                                  '
' LINGUAGGIO DI PROGRAMMAZIONE: mikrobasic       '
''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
'
program ALL_LED_877A
main:
  ADCON1=11111111 'predispone le porte RA0,RA1,RA2,RA3,RA5,RE1,RE2,RE3 come
                  ' I/O digitale
  trisa=0         ' predispone come uscita le porte A
  porta.0=1       ' assegna il valore 1
  porta.1=1       ' assegna il valore 1
  porta.2=1       ' assegna il valore 1
  porta.3=1       ' assegna il valore 1
  porta.5=1       ' assegna il valore 1
  trisb=0         ' predispone come uscita le porte B
  portb.0=1       ' assegna il valore 1
  portb.1=1       ' assegna il valore 1
  portb.2=1       ' assegna il valore 1
  portb.3=1       ' assegna il valore 1
  portb.4=1       ' assegna il valore 1
  portb.5=1       ' assegna il valore 1
  portb.6=1       ' assegna il valore 1
  portb.7=1       ' assegna il valore 1
  trisc=0         ' predispone come uscita le porte C
  portc.0=1       ' assegna il valore 1
  portc.1=1       ' assegna il valore 1
  portc.2=1       ' assegna il valore 1
  portc.3=1       ' assegna il valore 1
  portc.4=1       ' assegna il valore 1
  portc.5=1       ' assegna il valore 1
  portc.6=1       ' assegna il valore 1
  portc.7=1       ' assegna il valore 1
  trisd=0         ' predispone come uscita le porte D
  portd.0=1       ' assegna il valore 1
  portd.1=1       ' assegna il valore 1
  portd.2=1       ' assegna il valore 1
  portd.3=1       ' assegna il valore 1
  portd.4=1       ' assegna il valore 1
  portd.5=1       ' assegna il valore 1
  portd.6=1       ' assegna il valore 1
  portd.7=1       ' assegna il valore 1
  trise=0         ' predispone come uscita le porte E
  porte.0=1       ' assegna il valore 1
  porte.1=1       ' assegna il valore 1
  porte.2=1       ' assegna il valore 1
end.
```

Figura 1: il collegamento dei LED e degli switch.

LISTATO 2

```
'
''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
' PROGRAMMA: prova LCD 2x16                  '
' INTEGRATO: PIC16F628A                      '
' QUARZO: 20MHz                             '
' LINGUAGGIO DI PROGRAMMAZIONE: mikrobasic '
''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
'
program LCD_628A
main:
  trisb=0 ' assegnazione delle porte B come uscita
  portb=0 ' valore 0 per le porte b
  Lcd_Init(PORTB)          ' porte B iniziate come LCD
  lcd_cmd(LCD_CLEAR)       ' pulizia del display
  lcd_cmd(LCD_CURSOR_OFF) ' non visualizza il cursore
  lcd_out(1,1,"FARE ELETTRONICA") 'visualizza la scrit-
ta nella riga 1, colonna 1
  lcd_out(2,1," Vincenzo Sorce ") 'visualizza la scrit-
ta nella riga 2, colonna 1
end.
```

1) predisponiamo in posizione ON i microswitch MS6 e MS7 della scheda di sviluppo;
2) alimentiamo e colleghiamo il nostro sistema;
3) disponiamo l'interruttore del programmatore nella posizione che lo collega al PC;
4) attiviamo il programma EPICWIN;
5) selezioniamo il PIC16F628A;
6) azzeriamo l'eventuale programma memorizzato in precedenza;
7) carichiamo il file .hex;
8) programmiamo il PIC;
9) commutiamo l'interruttore del programmatore;
10) otterremo un conteggio al secondo.
Perché un conteggio al secondo? Ogni display resta accesso per 1msec, i display sono 4 perciò impiegherà 4msec per accenderli tutti. Il ciclo è ripetuto per 250 volte perciò si ha

Tempo complessivo=
=1msecx4x250=1000msec=1sec

Ovviamente variando K si ha un conteggio a velocità variabile. Si noti che si hanno i quattro puntini dei display accessi. Per spegnerli basta commutare l'interruttore n.7 del microswitch MS6 in off. E' estremamente interessante verificare fisicamente, aprendo e chiudendo gli interruttori dei microswitch MS6 e MS7, l'attivazione e la disattivazione di ciascun display e di ciascun segmento. E' altresì importante notare come è utile l'utilizzo del PIC 16F628A per i seguenti motivi:

- costa pochissimo (meno dell'arcinoto ma obsoleto PIC16F84A);
- ha una memoria EEPROM di 2K (anziché 1K). Questo dato è molto importante se si tiene conto che il compilatore MIKROBASIC da noi usato è free ma limitatamente alla programmazione fino a 2K;
- le porte A possono essere usate come comparatore.

E' superfluo sottolineare che tutti i programmi, di test siano realizzabili con altri PIC. Si è scelto di utilizzare la scheda di programmazione per PIC fino a 28 pin perché probabilmente alcuni lettori non realizzeranno quella a 40 pin o lo faranno successivamente.

TEST3 - COLLAUDO DEI DISPLAY LCD 2X16

Per il collaudo del display LCD si dovrà usare il programma riportato nel **listato 2**. La procedura prevede le seguenti operazioni:
1) predisponiamo in posizione ON il microswitch MS10 ed in OFF il microswitch MS6;
2) alimentiamo e colleghiamo il nostro sistema;
3) disponiamo l'interruttore del programmatore nella posizione che lo collega al PC;
4) attiviamo il programma EPICWIN;
5) selezioniamo il PIC16F628A;
6) azzeriamo l'eventuale programma memorizzato in precedenza;
7) carichiamo il file .hex;
8) programmiamo il PIC;
9) commutiamo l'interruttore del programmatore;
10) otterremo la scritta: nella 1.a riga "FARE ELETTRONICA" e nella 2.a "Vincenzo Sorce".
Ovviamente, se volete, potete mettere qualsiasi scritta per ciascuna delle due righe purché non si superino i 16 caratteri.

TEST4
ACCENSIONE CONTEMPORANEA DEI 32 LED

Per questa prova è necessario usare il programma riportato nel **listato 3**. Si procede nel seguente modo:
1) predisponiamo in posizione ON il microswitch MS9, MS10, MS11, MS12, E MS13 ed in OFF il microswitch MS6. MS7 ed MS8;
2) alimentiamo e colleghiamo il nostro sistema;
3) disponiamo l'interruttore del programmatore nella posizione che lo collega al PC;
4) attiviamo il programma EPICWIN;
5) selezioniamo il PIC16F877A;
6) azzeriamo l'eventuale programma memorizzato in precedenza;
7) carichiamo il file .hex;
8) programmiamo il PIC;
9) commutiamo l'interruttore del programmatore;
10) otterremo l'accensione di tutti i led della scheda con l'esclusione del quinto led bianco (e cioè RA4).
In **figura 2** è riportata la foto relativa al collaudo dei display a 7 segmenti con il PIC16F877A (ecco perché i Led delle porte C, D ed E sono accesi).
L'immagine complessiva del sistema, con il programmatore per PIC fino a 28 pin, è riportata in **figura 3**.
Se tutte queste prove hanno dato esito positivo il nostro sistema è pronto per affrontare i programmi e i circuiti che si vorranno realizzare. ❏

CODICE MIP 2756615

di GIOVANNI DI MARIA

Interfacciare il PC con il mondo esterno

LA PORTA SERIALE DEL PC *in ingresso con il* PIC

In questa ultima puntata interfacceremo il Personal Computer con le nostre apparecchiature realizzate, attraverso la porta seriale, con funzione di Slave e di unità remota di comando

Questo mese (al contrario del precedente) esamineremo le modalità di collegamento e di programmazione della porta seriale del computer, alla quale collegheremo alcuni dispositivi di comando e di invio dati e informazioni. Concentreremo la nostra attenzione alla modalità di ingresso (input) di tale porta. L'articolo è complementare al precedente e molti riferimenti risultano simili.

SCHEMA DI PRINCIPIO

Tulle le possibili applicazioni elettroniche utilizzabili al PC quale Slave possono assumere l'aspetto di principio della **figura 1**. Come si vede essa è composta da tre parti fondamentali:

- il Pic, nel nostro caso il modello 16F876, con funzionalità di Master, dotato di un software idoneo ad inviare e trasmettere i dati al computer;
- un'interfaccia, solitamente hardware, che ha la funzione di adattare i livelli di segnale, il più delle volte incompatibili tra loro;
- la porta seriale, ovviamente collegata al PC, che ha lo scopo di permettere la transizione dei dati e, nel nostro caso, la loro ricezione.

APPLICAZIONE TIPICA

Nel corso della puntata, esamineremo una tipica applicazione, nella quale entrano in gioco tutte le parti, ognuna delle quali svolge un ruolo ben preciso. Rea-

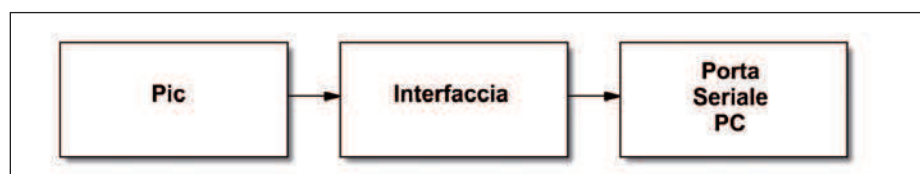



Figura 1: componenti base di un'applicazione.

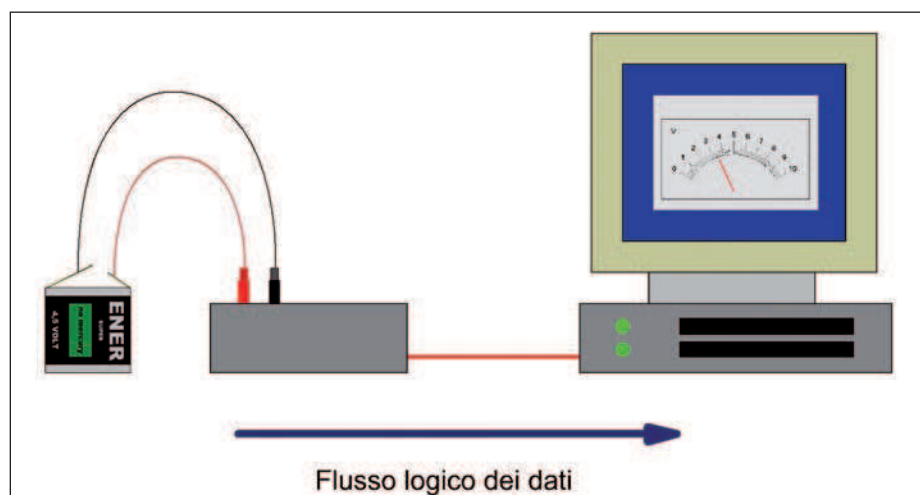



Figura 2: tipica applicazione di un voltmetro computerizzato.

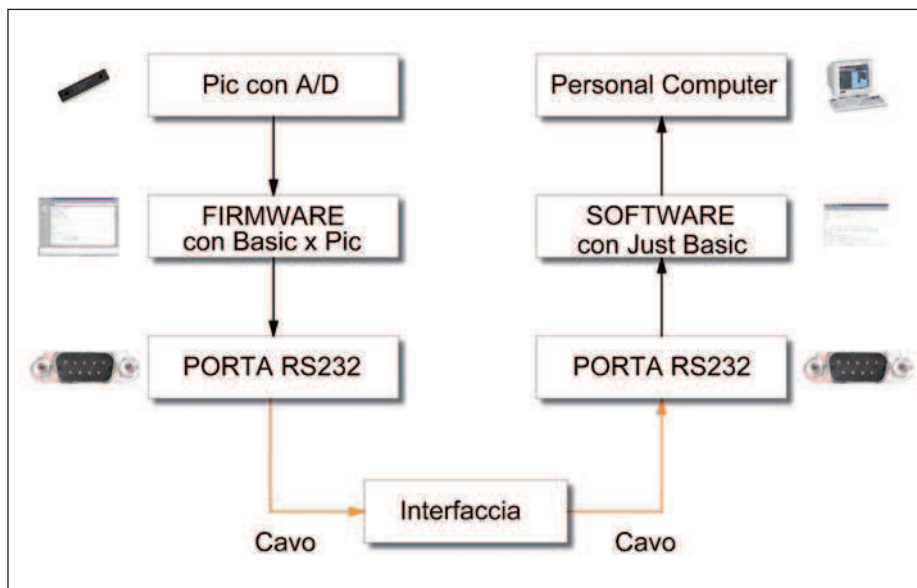



Figura 3: flusso dei dati (notare le frecce).

lizzeremo un semplice **voltmetro digitale**, utilizzando l'A/D del Pic, che trasmetterà la grandezza rilevata al PC. Quest'ultimo visualizzerà la tensione ricevuta a video. Il prototipo da noi realizzato è naturalmente generico e di principio. Ma l'aspetto didattico implica lo studio della modalità di comunicazione tra Master e Slave, della quale indicheremo le tecniche per effettuare al meglio tale operazione. Pertanto non si dovrebbe pretendere più di tanto dallo strumento realizzato.

IL PROGETTO

Come in qualsiasi realizzazione, l'analisi del progetto è quella che merita maggiore attenzione. Da essa dipendono tutte le fasi successive, e se effettuata male l'intero lavoro è destinato a fallire. Il prototipo che andremo a realizzare si compone delle seguenti componenti software e hardware:

- una coppia di morsetti per eseguire la misura, che fanno capo all'ADC del PIC;
- un'unità remota di elaborazione e trasmittente, costituita dal Pic;
- una maschera di ricezione e visualizzazione a video per PC, realizzata con il compilatore JustBasic, con cui vengono visualizzate le tensioni rilevate. Il programma effettua un dialogo remoto attraverso la porta seriale. Le unità sono dotate di una parte hardware (Adc, Pic e porta seriale dal lato Master, processore e porta seriale dal lato Slave) e di una parte software (programma MikroBasic per Pic dal lato Master e programma in JustBasic dal lato Slave).

Dettaglio

Il progetto che ci accingiamo a realizzare è dunque una tipica applicazione di analisi dei dati, che l'utente può personalizzare modificando anche la fonte delle informazioni. La maschera a video riesce a visualizzare (attraverso una interfaccia grafia o testuale) la tensione misurata. Lo Slave permette una operatività in tempo reale, cioè la visualizzazione dei dati avviene istantaneamente, ma dal momento che tale grandezza non segue un repentino modificarsi, si è pensato bene di eseguire l'aggiornamento ogni mezzo secondo.

Le parti in gioco

Per la realizzazione del progetto entrano dunque in stretto contatto le seguenti parti, ordinate secondo il flusso logico dei dati:

- Morsetti di misura e ADC del Pic;
- MCU Pic 16F876;
- Firmware realizzato in MikroBasic per Pic;
- Collegamento seriale Pic;
- Cavo seriale;
- Adattatore di livelli MAX 232;
- Cavo seriale;
- Porta seriale PC;
- Software realizzato con il JustBasic per la ricezione dati a distanza;
- Personal Computer.

L'A/D DEL PIC 16F876

Per il circuito del voltmetro utilizzeremo il Pic modello **16F876**. Esso è dotato di molte porte (anche per ingresso analogico). La precisione del segnale acquisito (con V_{min}=0V e V_{max}=5V) equivale a $5/2^{10}$ ossia a 0,00488 Volt (4,88 mV), una risoluzione più che accettabile per la maggior parte delle applicazioni. Il Pic dispone inoltre del controllo dei riferimenti minimi e massimi del segnale , attraverso la combinazione di VDD, VSS, RA2 e RA3. **IMPORTANTE: La massima impedenza raccomandata dalla Microchip per la sorgente analogica è 10 Kohm.** Il Pic 16F876 dispone di ben 5 ingressi analogici, con cui poter gestire fino cinque sensori analogici. Un numero veramente elevato che consente in pratica di risolvere la maggior parte delle esigenze tecniche.

LE FUNZIONI BASIC PER L'A/D

Il Mikrobasic è dotato di una sola funzione per la gestione dell'acquisizione analogica, che si occupa totalmente della gestione della conversione, generando all'interno del compilatore un codice Assembler molto sofisticato, liberando ancora una volta l'uomo da questa fatica.

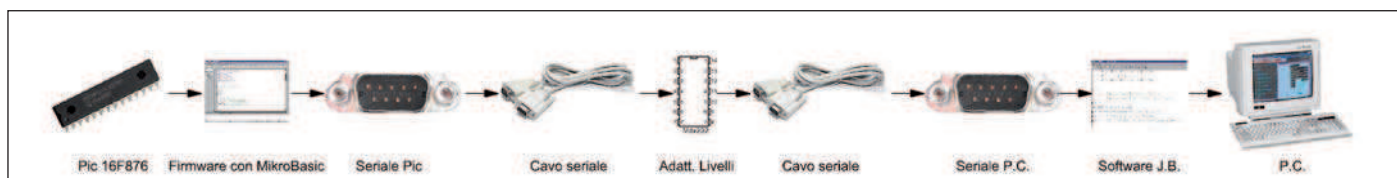



Figura 4: tutte le parti in gioco del progetto.

La funzione utilizzata per la conversione A/D è Adc_Read che inizializza il modulo interno ADC e prevede la seguente sintassi:

```
sub function Adc_Read
(dim channel as byte) as word
```

dove:

- sub function indica la natura di funzione, con un ritorno di valore al programma chiamante;
- Adc_Read è il nome della funzione vera e propria;
- Channel è un valore di tipo byte (0-255) che indica la porta dalla quale si effettua la lettura;
- La funzione ritorna una valore di tipo word, contenente il risultato del campionamento a 10 bit.

Esempio di utilizzo:

```
volt = Adc_Read(1)
```

Naturalmente, per eseguire una lettura da una porta, non basta scrivere questa funzione. Occorre anche commutare in *input* la porta del Pic alla quale è collegata la fonte analogica e specificare che lo stesso input sia di tipo analogico e non digitale, attraverso il registro Adcon1.

LA CONVERSIONE A/D IN PRATICA

Come si misura praticamente il valore in input e, soprattutto, come si confronta con altri di valore noto, al fine di far prendere al processore decisioni logiche e comportamenti conseguenti? La risposta sta nella matematica, eseguendo dei pratici e semplici calcoli. Il primo parametro da conoscere è la *risoluzione*, ossia a quanti bit il processore deve campionare il segnale. Si supponga che la tensione da misurare sia di 3,3 Volt, con un ADC a 8 bit. Quale rappresentazione digitale avrà questo valore? Basta applicare una semplice equazione:

$V_{ref} : VDig_{Max} = V_{In} : x$

- V_{ref} è il potenziale di riferimento o massimo, solitamente fissato a 5 Volt;
- $VDig_{Max}$ è il massimo valore digitale teorico possibile e con una risoluzione di 8 bit esso ammonta a 255;
- V_{In} è il potenziale di ingresso (proveniente dal trasduttore).

Da cui si ricava:

5 : 255 = 3,3 : x

quindi x = 168 o in binario x = 10101000 (8 bit)

Pertanto il valore $(168)_{10}$ o $(10101000)_2$ è il valore digitale corrispondente al valore analogico 3,3 Volt in ingresso. Il programmatore deve riferirsi ad esso per creare condizioni di scelta all'interno del programma scritto.

IL CIRCUITO ELETTRICO

Lo schema elettrico è raffigurato in **figura 6**. Si nota che il collegamento seriale fa capo al pin 2 della porta, in quanto esso utilizza solamente la linea di ricezione.

IL LATO MASTER

In questa sezione analizzeremo in dettaglio le problematiche dal lato Master, ossia quelle della centralina di rilevazione della tensione elettrica e di invio dati. Il Master è costituito dall'ADC del PIC. Studieremo a fondo i metodi di risoluzione degli algoritmi, nonché le tecniche più adatte allo scopo. Ricordiamo che il programma è realizzato in Mikrobasic.

Il programma

Esso è molto breve e ha lo scopo di trasmettere al PC la tensione rilevata all'ingresso dell'A/D. E' necessario che esso sia progettato in modo perfetto, specialmente se le applicazioni devono avere carattere professionale o di sicurezza. Il programma inizia con la definizione delle porte di uscita la porta di ingresso (digitalizzatore A/D). Segue quindi l'apertura della porta seriale. Un ciclo infinito contiene le istruzioni che si ripetono in maniera ciclica. In particolare, durante l'acquisizione, si effettuano le seguenti operazioni:

- viene acquisita la tensione, in formato digitale (mediante una word dalla porta 0 A/D), con l'istruzione Adc_Read;
- la tensione acquisita viene convertita in 8 bit per una più comoda trasmissione (la divisione per quattro equivale ad una operazione di 2 shift a destra);
- viene trasmessa la tensione sulla porta seriale con l'istruzione Soft_Uart_Write;
- avviene una pausa di attesa di mezzo secondo.

Tutte queste operazioni semplici vengono ripetute ciclicamente. Il programma per il Pic è contenuto nel **listato 1**.

IL LATO SLAVE

Il lato Slave è il ricevitore del sistema. Esso si occupa dell'ascolto dei dati e della relativa elaborazione. E' rappresentato dal Personal Computer con un programma scritto in Just Basic.

Analisi del programma

Il programma a video ha un funzionamento molto semplice, limitato alla sola ricezione e visualizzazione dei dati acquisiti, nel nostro caso la tensione. L'applicazione è composta da un'unica finestra, funzionante da monitor, in modo che tutti i risultati della rilevazione siano immediatamente visibili.

Le funzioni del software

Il voltmetro digitale, controllato da una finestra al computer, deve eseguire ciclicamente le seguenti elaborazioni:

- acquisire la tensione dalla porta seriale;
- visualizzare la tensione a video.

LISTATO 1

```
Rem Listato 1 PIC
program Voltmetro
dim digitale as word
ADCON1 = $80  ' Configure analog inputs and Vref
TRISA  = $FF  ' PORTA is input
TRISB=0
portb=%00000001
Soft_Uart_Init(PORTB,0,1,2400,0)
while true
       digitale = Adc_Read(0)
       digitale = digitale /4
       Soft_Uart_Write(digitale)
       delay_ms(500)
wend
end.
```

LISTATO 2

```
'    LISTATO 2   (Lato Slave)
'    Voltmetro Digitale
'   di Giovanni Di Maria
' Toglie finestra di console
nomainwin
' Imposta dimensioni finestra GUI
WindowWidth = 550
WindowHeight = 200
' Visualizza titoli
statictext #finestra.statictext1, "Voltmetro Digitale", 182, 26, 200, 25
statictext #finestra.statictext2, "di Giovanni Di Maria", 190, 51, 160, 20
' Visualizza testo e casella per la tensione attuale, impostandone il colore
statictext #finestra.statictext5, "Tensione misurata:", 140, 110, 140, 20
TextboxColor$ = "cyan"
textbox #finestra.tensione, 280, 105, 100, 25
' Definisce il pulsante ESCI
button #finestra.button19, "Esci", [button19Click], UL, 446, 41, 42, 25
' Apre la finestra GUI e ne imposta il font di default
open "Voltmetro Digitale" for window as #finestra
print #finestra, "font ms_sans_serif 0 16"
' Modifica i fonts per i titoli
print #finestra.statictext1, "!font Arial 16"
print #finestra.statictext2, "!font Arial Italic 12"
' Apre la comunicazione seriale
open "com2:2400,n,8,1,ds0,cs0,rs" for random as #seriale
' Ogni 500 mS salta alla label "Seriale"
TIMER 500, [seriale]
wait
' Routine seguita ogni 500 mS
[seriale]
numBytes = lof(#seriale)         'Conta i bytes sulla linea seriale
if numBytes=1 then               'se c'e' 1 bytes
       byte$ = input$(#seriale, 1)   'Acquisisce stringa
       valore=asc(byte$)            'Converte in valore ASCII
       volt=5/255*valore            'Trasforma il valore in volt (0-5)
       print #finestra.tensione,using("##.##", volt)
end if
wait
' Pulsante Esci
[button19Click]
close #seriale
close #finestra
end
```

Figura 5: pinout del Pic 16F876.

Figura 7: la finestra GUI del voltmetro digitale al PC.

La finestra del software

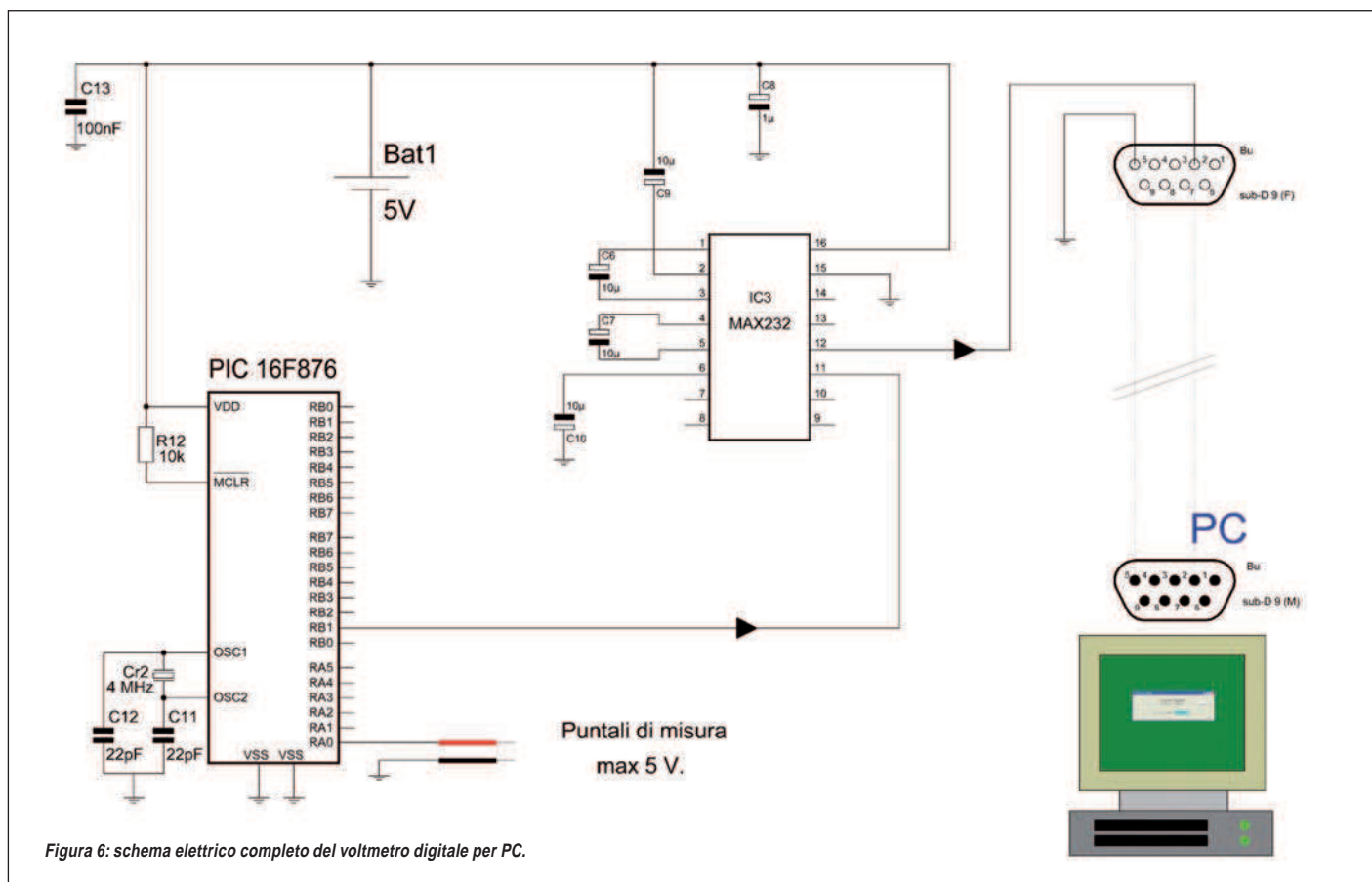
L'interfaccia utente (GUI) del voltmetro digitale al PC è mostrata in **figura 7**. E' composta da una casella di testo, e da alcune etichette e da un pulsante di comando, alla pressione del quale le connessioni alla seriale e la finestra del programma vengono chiuse. La finestra GUI è stata creata per mezzo del *Gui Editor* del Just Basic, approfondito nella seconda puntata del presente tutorial, alla quale rimandiamo il lettore per maggiori chiarimenti.

Il programma

E' naturalmente il cuore del sistema, che ha lo scopo di eseguire le transazioni tra il PC e la centralina per la misura della tensione elettrica. E' necessario che esso venga progettato in maniera impeccabile, specialmente se le applicazioni devono essere professionali o di sicurezza, e in generale se l'utenza riguarda una clientela esigente. Il programma risulta abbondantemente commentato ed il lettore non dovrebbe trovare difficoltà alcuna nel trascriverlo ed assimilarlo. Invitiamo il lettore a leggerne bene i contenuti e a comprenderne il significato e la funzione, nonché a capire il flusso logico di esecuzione.

Come il programma legge dalla porta seriale

Il sistema con cui il programma in Just Basic legge dalla porta seriale è molto semplice. In pratica viene effettuato un polling sulla RS232 ogni 500 mS. Se sulla COM2 (o COM1, a seconda della necessità dell'utente) si presenta un byte in ricezione, il software esegue le seguenti operazioni:

Figura 6: schema elettrico completo del voltmetro digitale per PC.

- acquisisce la stringa di un byte, rappresentante il valore digitale proveniente dal PIC;
- la misurazione viene trasformata nel corrispondente valore digitale numerico;
- tale valore viene convertito in tensione analogica, nel range 0-5, mediante una proporzione;
- il valore è infine visualizzato a video.

Come si vede, tutte le operazioni sono rese al massimo modulari e in maniera semplice possono essere sottoposte a modifiche, in base alle esigenze dell'utente.

REALIZZAZIONE E COLLAUDO

Se le compilazioni sono andate a buon fine si può collaudare immediatamente il prototipo. Bisogna avviare il programma del voltmetro, creato con il Just Basic, al personal computer ed accendere anche il circuito contenente il Pic programmato. Bisogna anche preventivamente impostare la connessione alla porta seriale del PC. A questo punto è sufficiente misurare una tensione analogica ai due puntali (state attenti a non superare i 5 V) e guardare direttamente sul monitor del PC. La tensione sarà visualizzata e l'aggiornamento avverrà ogni mezzo secondo.

DISTRIBUZIONE DEL SOFTWARE

Ammettiamo che il programma al PC sia stato salvato e compilato con il nome di "voltmetro". Il software prodotto può essere liberamente distribuito. Occorre produrre allo scopo, tramite il Just Basic, il file con estensione TKN. La procedura è stata descritta dettagliatamente nella seconda puntata del tutorial, pertanto invitiamo il lettore a riprendere l'argomento. In definitiva, ecco quali sono i files da distribuire alla clientela, per l'intera applicazione:

- VVMT31W.DLL
- VTK1631W.DLL
- VTK3231W.DLL
- VVM31W.DLL
- VTHK31W.DLL
- voltmetro.exe
- VOFLR31W.SLL
- VGUI31W.SLL
- VBAS31W.SLL
- voltmetro.tkn

Ricordiamo che:

1- i files con l'estensione DLL e SLL si trovano nella cartella C:\Programmi\Just BASIC v1.01;

2- il file "voltmetro.exe " non è altro che il runtime "jbrun101.exe" rinominato allo scopo, ed è reperibile nella cartella C:\Programmi\Just BASIC v1.01;

1- il file "voltmetro.tkn" è il prodotto della compilazione.

Ovviamente, occorre ricordare, non si deve distribuire il listato sorgente, con estensione BAS, per ovvii motivi.

CONCLUSIONI

Con questo ultimo tassello ha termine il semplice tutorial sull'interfacciamento del Personal Computer con le periferiche elettroniche esterne. Ricordiamo che è indispensabile leggere le precedenti puntate del tutorial, specialmente quella dedicata al JustBasic. ❏

CODICE MIP 2757160

di FRANCO TEDESCHI

TECNOLOGIE OTTICHE A PERCORSO DI *luce*

In questo articolo vi mostreremo come realizzare in modo semplice ed economico, una originale insegna luminosa a basso consumo, personalizzabile sia nel colore che con loghi o scritte!

Un settore in cui l'illuminazione a LED si sta velocemente affermando, è quello delle insegne e delle targhe luminose. Questa innovativa tecnologia utilizza semplicemente lastre di materiali trasparenti, personalizzate con immagini o scritte e dei comuni diodi LED. Ecco alcuni dei principali vantaggi offerti da questa tecnica: immagine continua, struttura ultrasottile, basso peso, bassa tensione di lavoro, risparmio energetico, lunga durata ed assenza di manutenzione. Questi tipi di insegne, inoltre, possono essere posizionate anche sul lato interno di vetrate o vetrine in genere, grazie alla particolarità di avere il fondo trasparente, che non nasconde od oscura la vista attraverso il supporto su cui sono applicate.

TECNICHE REALIZZATIVE

Questa tecnologia sfrutta l'effetto ottico derivante dal passaggio della luce attraverso la sezione di una lastra di plexiglas; plexiglas è uno dei nomi commerciali più noti di una materia plastica formata da polimeri del metacrilato di metile. Di norma si tratta di un materiale molto trasparente, più del vetro, al punto che possiede caratteristiche di comportamento assimilabili alla fibra ottica per qualità di trasparenza e con la proprietà di essere quasi infrangibile. Da un punto di vista ottico, il plexiglas è caratterizzato da un indice di rifrazione n_p di circa 1,5. L'insegna viene realizzata, fresando la faccia posteriore della lastra come in **figura 2** in modo da scavare, ovvero incidere, le scritte o i simboli grafici da mostrare. Proiettando la luce emessa da uno o più diodi luminosi lungo lo spessore del materiale, dal lato inferiore o superiore, le zone incise, appaiono in risalto perché la luce, attraversando il plexiglas, viene diffusa maggiormente nelle zone dove manca materiale, che quindi si illuminano **(figura 3)**.

Figura 1: il prototipo di insegna a LED realizzato.

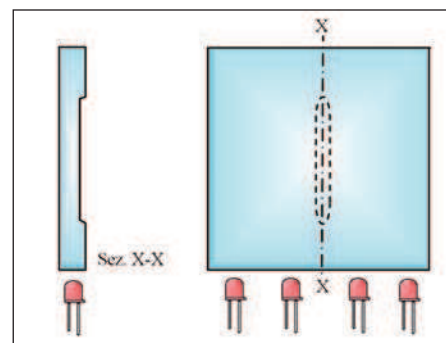



Figura 2: esempio di incisione e disposizione LED.

Figura 3: prototipo con scritta in fase di prova.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Una lastra di plexiglas è assimilabile ad un "conduttore" di luce, in modo del tutto analogo ad una guida d'onda, di quelle che si usano nelle apparecchiature elettroniche per il convogliamento ed il tra-

sporto di microonde. Il principio di funzionamento è il seguente: il conduttore di luce o di microonde deve essere “trasparente” alle onde ed impedire che esse vengano assorbite dalle pareti o che possano uscire dalla guida. Dunque le onde che viaggiano nella guida, devono essere riflesse dalle pareti verso l’interno, con le minime perdite possibili. Nel caso delle microonde, le pareti sono metalliche e la cavità della guida è progettata in modo da assicurare una buona riflessione. Nel caso della luce, si sfrutta il fenomeno della riflessione interna “totale”. In linea di principio, tale tipo di riflessione è esente da perdite, quindi una guida ottica dovrebbe essere soggetta solo alla attenuazione legata alla imperfetta trasparenza del materiale. Nelle guide ottiche per avere la riflessione totale c’è una condizione importante da rispettare: occorre che la luce viaggi all’interno di un materiale con un indice di rifrazione più elevato possibile, limitato da un materiale con un indice di rifrazione più basso possibile. Per esempio nelle fibre ottiche, il primo materiale è un filo ad alto indice, detto “nucleo” o “core”, circondato da uno strato di materiale ad indice più basso, detto “mantello” o “cladding”. La riflessione totale avviene per tutti i raggi che incidono sulla superficie del “core” con un angolo α superiore ad un certo valore, denominato “angolo limite”. In queste applicazioni si tende a lavorare con un angolo limite più piccolo possibile, questo perché i raggi, necessariamente obliqui, che incidono da dentro il “core” sulla superficie dello stesso, se incidono con un angolo inferiore a quello “limite”, vengono rifratti cioè trasmessi all’esterno del “nucleo” e pertanto vanno perduti. Quindi più piccolo è l’angolo limite e minori saranno le perdite. Senza addentrarci in dettagli molto tecnici, si dimostra che l’angolo limite è legato agli indici di rifrazione dei due materiali ed in particolare è tanto minore quanto maggiore è la differenza di indice fra i due mezzi; ecco perché l’indice del nucleo deve essere il massimo possibile e l’indice del mantello il minimo. Nel caso della nostra guida, il rapporto tra i due indici di rifrazione, dell’aria $n_{Aria}=1$ e del plexiglas $n_P= 1,5$, anche se non elevato, è accettabile per garantire una adeguata propagazione. In sostanza la nostra guida ottica in plexiglas, si comporta come o un conduttore di luce laminare, dove l’aria funge da materiale meno rifrangente; la luce entra da una delle estremità della guida e comincia a riflettersi da un punto all’altro della superficie, rimbalza di continuo senza poter più uscire dalla guida finché non raggiunge l’altra estremità: qui, l’angolo d’incidenza sarà assai minore, non avviene più la riflessione totale e la radiazione può uscire dalla lastra. Adesso che è chiaro il fenomeno della propagazione all’interno della guida, cerchiamo di capire come mai le zone incise appaiono illuminate. In corrispondenza di queste zone, avvengono dei fenomeni di dispersione o scattering: con questo termine si indicano situazioni in cui, in generale delle particelle o delle onde vengono deflesse, ovvero cambiano traiettoria per via della collisione con altre particelle od oggetti. Più precisamente, in ottica, il fenomeno della dispersione è riferito all’effetto di diffusione della luce, svolto da parte di oggetti macroscopici o microscopici. Nel nostro caso, quando la luce propagandosi all’interno della guida, incontra delle zone incise, cambia di velocità e direzione; tale cambiamento, avviene in funzione dell’indice di rifrazione dei mezzi considerati, aria e plexiglas e degli angoli di incidenza in gioco; questo meccanismo, comporta una diffusione maggiore nelle zone di discontinuità, dove manca materiale, che quindi di conseguenza, si illuminano rispetto al resto della lastra.

Figura 4: mini trapano e fresa di incisione.

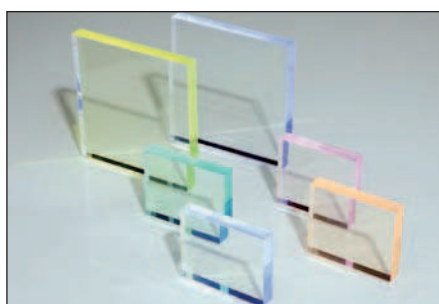



Figura 5: alcune piccole lastre in plexiglas.

Figura 6: schema di assemblaggio: a) Lastra plexiglas; b) Profilo a “C”; c) LED.

COSTRUIAMO LA NOSTRA INSEGNA!

Ecco il materiale necessario:

- Lastra di plexiglas
- Profilo a “C” in alluminio o legno
- Silicone o colla trasparente
- Diodi LED
- Resistenza di limitazione
- Circuito di alimentazione in CC

Attrezzature:

- Trapano multiuso tipo Dremel o similare **(figura 4)**
- Minifresa ø 3 mm **(figura 4)**
- Trapano con punta ø 5,1
- Saldatore a stagno 40W

Procedimento:

- Disegnare con un pennarello sulla lastra di plexiglas il negativo dell'oggetto o della scritta che si vuole riprodurre.
- Incidere la scritta o l'oggetto con il minitrapano, utilizzando l'apposita fresa sferica. Per una buona incisione, regolare la velocità del mini-trapano ad un valore abbastanza alto!
- Forare il profilo a "C" con il trapano in modo da creare le sedi per l'innesto dei LED. E' consigliabile un interasse tra i fori tra 3 ÷ 5 cm.
- Posizionare il profilo con i LED assemblati in prossimità della sezione superiore o inferiore della lastra ed incollarlo con silicone o colla, avendo cura di non porre il collante sui LED.
- Collegare tra loro i LED ed alimentare il circuito.

I DIODI LED E LA LORO POLARIZZAZIONE

Una volta posizionati i LED all'interno del profilo a "C", in corrispondenza della sezione inferiore o superiore della lastra di plexiglas, bisogna alimentarli, ovvero polarizzarli. Lo scopo della polarizzazione è quello di fissare il punto di lavoro, in modo da stabilire valori della tensione e della corrente a livelli tollerabili dalla giunzione e corrispondenti all'intensità luminosa desiderata.
Come è noto i diodi LED (Ligth Emitter Diodes) sono diodi che, in virtù di particolari procedimenti tecnologici, allorché vengono posti in polarizzazione diretta, producono una emissione luminosa. Il colore di tale emissione dipende dai materiali utilizzati per la realizzazione della giunzione. L'intensità della luce che emettono è funzione della corrente che circola nel loro interno. Il modo più semplice per far funzionare un LED è quello di alimentarlo con una tensione continua più alta della tensione di soglia del componente, interponendo in serie al diodo una resistenza di limitazione, il cui valore va calcolato in considerazione della corrente che deve scorrere all'interno del diodo affinché assicuri una adeguata luminosità.
Vediamo come determinare il valore di questa resistenza, facendo riferimento alla **figura 7**. In questa condizione :

Figura 7: schema di collegamento LED singolo.

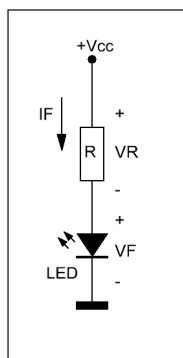



Figura 8: schema di collegamento LED in serie. (n=numero di LED).

$$R = \frac{V_{cc} - n \cdot V_F}{I_F}$$

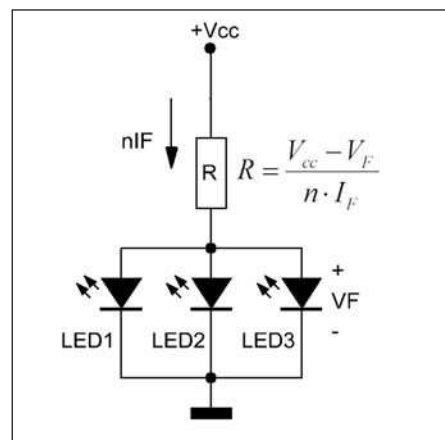
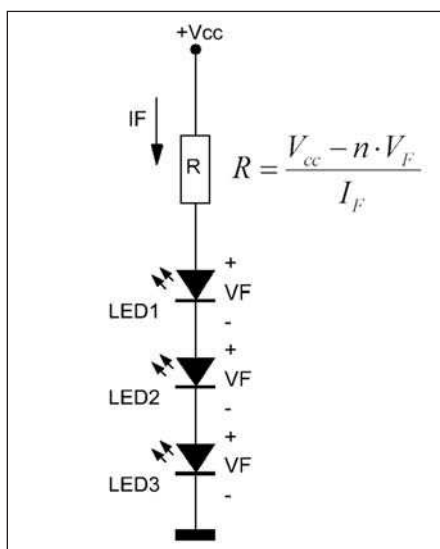



Figura 9: schema di collegamento LED in parallelo. (n=numero di LED).

$$R = \frac{V_{cc} - V_F}{n \cdot I_F}$$

$V_{cc} = V_F + V_R = V_F + RI_F$ da cui:

$$R = \frac{V_{cc} - V_F}{I_F}$$

La tensione di soglia V_F non è uguale per tutti i diodi, ma varia in funzione del colore. In pratica V_F rappresenta la tensione che si stabilisce ai capi del diodo, quando questo "si accende", ovvero emette una luminosità significativa. I costruttori riportano sui data sheet il valore di V_F riferito ad una certa corrente I_F, che corrisponde a qualche decina di milliampere. Riportiamo in **tabella 1**, a titolo indicativo, i valori della tensione di soglia V_F per diodi di diverso colore, riferiti ad una corrente I_F = 15 mA. Ecco un esempio applicativo: ho un LED di colore rosso alimentato a V_{cc} = 5 V e voglio calcolare la resistenza di limitazione R.
Dalla tabella ricavo per il colore rosso:

V_F = 1,8 V e I_F = 0.015 A

$$R = \frac{V_{cc} - V_F}{I_F} = \frac{5 - 1.8}{0.015} = 213.3 \text{ ohm}$$

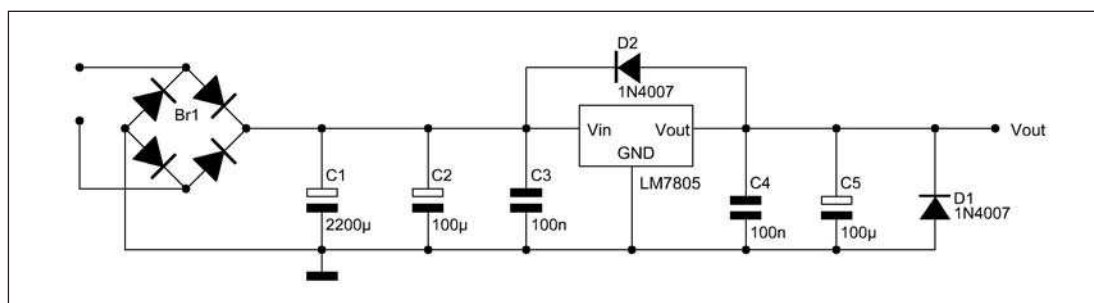



Figura 10: schema alimentatore stabilizzato.

TABELLA 1

COLORE LED	TENSIONE VF (VOLT)
Rosso	1.8
Giallo	1.9
Verde	2.0
Arancio	2.0
Blu	3.0
Bianco	3.0

I valori della tensione di soglia per i LED di diverso colore riferiti ad una corrente di 15mA.

ovvero si utilizza il valore commerciale 220 ohm. Nella nostra applicazione chiaramente, i diodi LED sono più di uno: in tal caso, per alimentarli, possiamo adottare dei collegamenti in serie o in parallelo. La connessione che conviene usare quando la tensione di alimentazione di cui si dispone è decisamente più alta di quella di soglia del LED è quella in serie **(figura 8)**; ciò perché permette di limitare le perdite di potenza sulla resistenza di limitazione R. La connessione in parallelo è indicata invece se si dispone di una tensione si alimentazione molto bassa, paragonabile con quella di soglia dei singoli LED; in tal caso conviene alimentare ciascun diodo in parallelo con gli altri con in serie una resistenza di basso valore come in **figura 9**. In questo caso però, occhio alla potenza della resistenza di limitazione che deve essere di valore adeguato, in considerazione del fatto che al suo interno scorre una corrente data dalla somme delle correnti assorbite dai singoli LED! Per alimentare il circuito infine, si può utilizzare un alimentatore stabilizzato di tipo commerciale con uscita 5 o 12 V e determinare la resistenza di limitazione in base alle relazioni viste in precedenza per il collegamento in serie o parallelo. Per chi volesse invece autocostruire l'alimentatore, allego un possibile schema che è in grado di erogare 5V stabilizzati con una corrente di uscita massima di 1 A. Al circuito bisogna chiaramente collegare un trasformatore con uscita al secondario 9 Volt eff. e potenza 10VA. Attenzione perché in questo caso i componenti lavorano alla tensione di rete! ❑

CODICE MIP 2756623

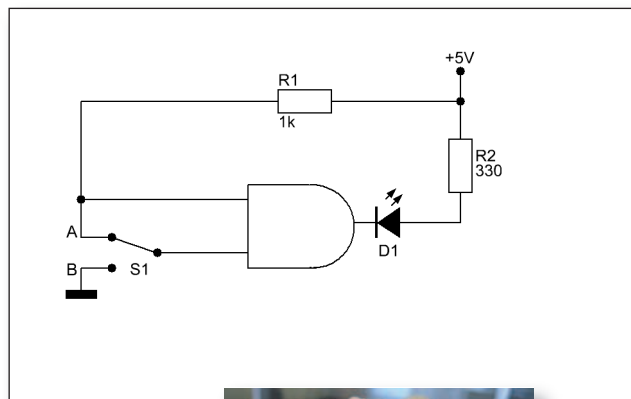
elettro quiz 285

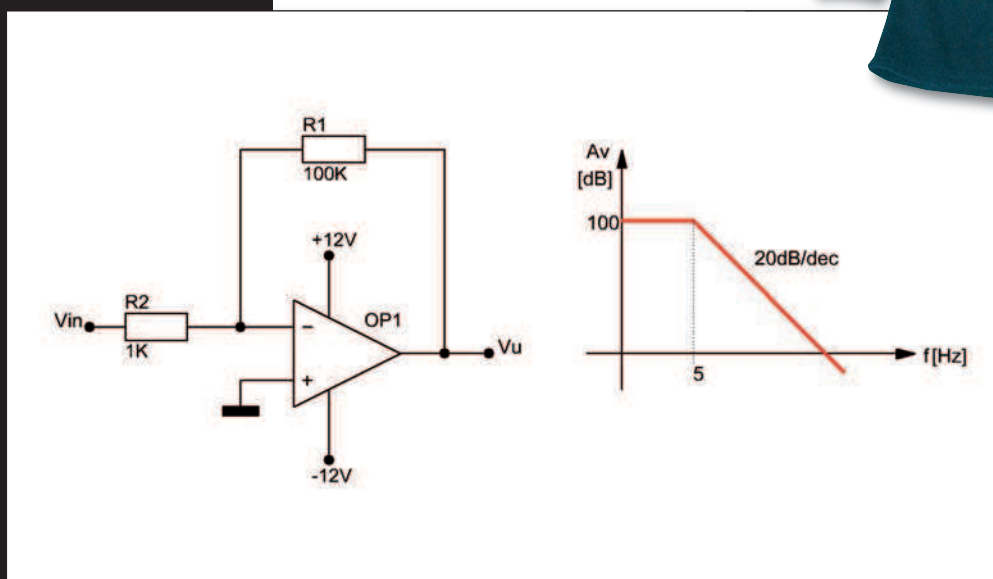
rispondi & vinci

Le risposte ai quiz "Base" e "Avanzato" vanno inviate esclusivamente compilando il modulo su www.farelettronica.com/eq specificando la parola chiave ***"Reset"****.*

Le risposte ed i vincitori (previa autorizzazione) sono pubblicati alla pagina www.farelettronica.com/eq a partire dal 15 del mese successivo alla pubblicazione sulla rivista. A tutti i partecipanti verrà assegnato un buono sconto del 10% (validità 3 mesi dalla data di assegnazione) utilizzabile per un prossimo acquisto su www.ieshop.it

base

Determinare la corrente erogata (o assorbita) all'uscita della porta AND quando il deviatore si trova rispettivamente nelle posizioni A e B. Si consideri pari a 1,2V la caduta di tensione ai capi del LED quando questo è acceso e nulla la corrente inversa del LED stesso.

Se rispondi correttamente potrai vincere il simpatico portachiavi di Fare Elettronica.

Per i più bravi in palio la bellissima felpa in pile di Fare Elettronica.

avanzato

L'amplificatore operazionale impiegato nel circuito di figura ha un guadagno ad anello aperto di 100000 ed un polo a 5Hz (il diagramma di Bode è riportato in figura). Determinare il limite superiore di banda dell'amplificatore invertente realizzato come in figura.

di NICO GRILLONI

I COMPONENTI *attivi* I DIODI

Sono componenti attivi fra i più semplici, ma non sempre se ne sa abbastanza per utilizzarli al meglio. Ecco allora come funzionano i diodi e quali sono i loro impieghi nei circuiti elettronici

Esaurita la trattazione minima, ma essenziale, dei componenti passivi-resistenza, capacità e induttanze-e di alcune loro applicazioni, passiamo adesso ai componenti attivi iniziando dai diodi il cui impiego è sufficientemente semplice anche se poi la pratica suggerisce che alcune caratteristiche, anche molto importanti di questo componente, non sempre sono sufficientemente note. E ciò induce ad un loro utilizzo talvolta improprio o a richieste di consulenza dalle quali si evince, per l'appunto, la presenza di alcuni dubbi che qui vogliamo definitivamente fugare.

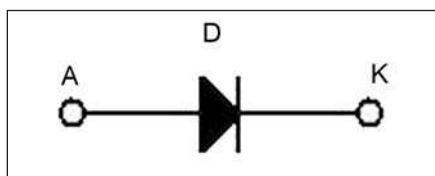



Figura 1: simbolo grafico del diodo a giunzione.

IL DIODO A GIUNZIONE

Il simbolo grafico del diodo è riportato nella **figura 1**. Vi sono dunque due terminali contrassegnati dalle lettere *A*, anodo, e *K*, catodo. Il diodo è un componete che conduce, ossia consente il passaggio della corrente I_D, soltanto nella direzione anodo-catodo e solo se il terminale di anodo è positivo rispetto al terminale di catodo. Ciò è posto in evidenza nelle **figure 2 *a*** e ***b***. La **figura 2 *b*** pone in evidenza che quando l'anodo è positivo rispetto al catodo il diodo *D* si comporta con buona approssimazione come un deviatore chiuso e quindi al carico *R* fluisce la corrente *I*. Viceversa, **figure 3 *a*** e ***b***, quando l'anodo è negativo rispetto al catodo il diodo è in interdizione, ossia non conduce, e si comporta quindi - **figura 3 *b*** - come un deviatore aperto. La differenza fra un deviatore meccanico e il diodo risiede essenzialmente nel fat-

Figura 2 a, b: il diodo in conduzione si può assimilare ad un deviatore meccanico chiuso.

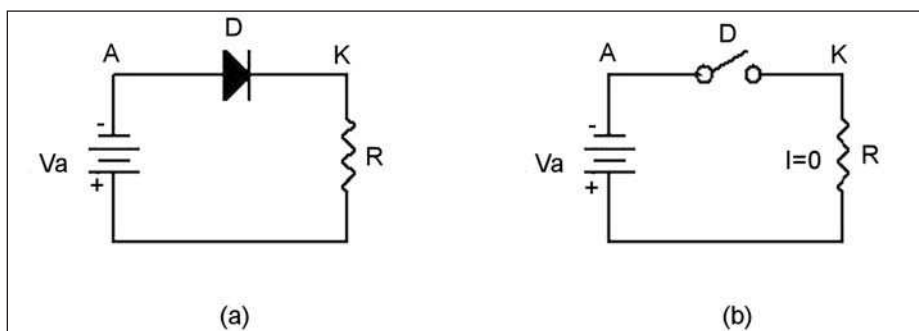



Figura 3 a, b: il diodo interdetto per l'applicazione di una polarizzazione inversa può assimilarsi ad un deviatore meccanico aperto

to che quando un deviatore meccanico è chiuso fra i suoi terminali la tensione è nulla (i due terminali sono infatti equipotenziali) mentre il diodo in conduzione presenta sempre una caduta di tensione anodo-catodo che è dell'ordine di (0,6÷0,7) V. E inoltre quando un deviatore meccanico è aperto nel circuito in cui è posto non vi è alcuna circolazione di corrente, mentre nel diodo in interdizione, ossia quando l'anodo è negativo rispetto al catodo, circola pur sempre una corrente inversa I_o che però nella maggior parte dei casi è da ritenersi trascurabile essendo dell'ordine di alcuni nanoamper. Il diagramma di cui alla **figura 4** esplicita queste considerazioni. La curva qui riportata è definita curva caratteristica del diodo (o caratteristica voltamperometrica). In questa si vede, nel primo quadrante, che per portare il diodo in conduzione è necessario cha la tensione diretta anodo-catodo V_D ai suoi estremi superi il valore V_s, definito valore di soglia, che è dell'ordine di 0,5 V. Superato questo valore il diodo va in conduzione e la corrente I_D che lo attraversa è limitata soltanto dal carico asservito al diodo. Andando al terzo quadrante si vede che la corrente inversa di saturazione I_o, ossia la corrente che circola nel diodo polarizzato inversamente (anodo negativo rispetto al catodo) è notevolmente bassa (dell'ordine delle unità di μA per i diodi al germanio e del nA per i diodi al silicio) e per tal motivo, come si è già detto può essere trascurata. Almeno fino a quando la tensione inversa non perviene al valore V_{BR} (tensione di *breakdown*) al quale si manifesta un fenomeno cumulativo di origine termica che porta a un repentino incremento della corrente e alla distruzione del componente. Distruzione che può avvenire o perché si pongono in contatto, e senza alcuna discontinuità, anodo e catodo, o perché fra anodo e catodo si ha una totale sconnessione. Entrambe queste condizioni di guasto si possono verificare con una lettura ohmica tramite un comune tester. Nel primo caso il diodo si presenterà conduttore in entrambi i versi (condizione di cortocircuito), nel secondo caso fra i due terminali si troverà una resistenza infinita. La tensione di *breakdown* dipende dal tipo di diodo. Può andare

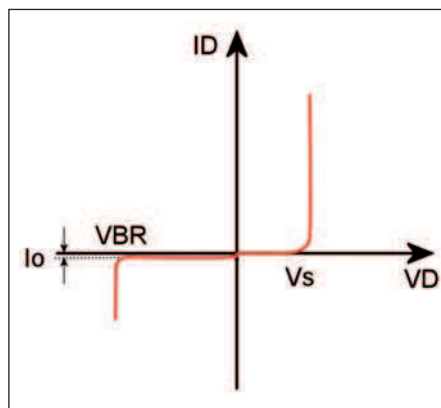



Figura 4: caratteristica voltamperometrica del diodo.

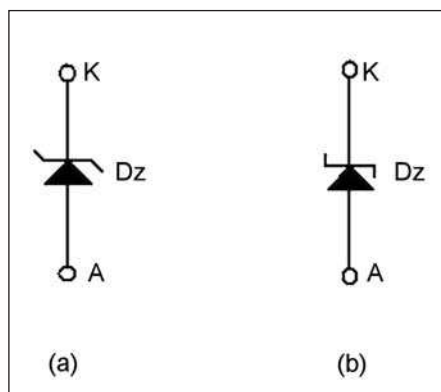



Figure 5 a,b: simboli più diffusi della rappresentazione grafica del diodo zener.

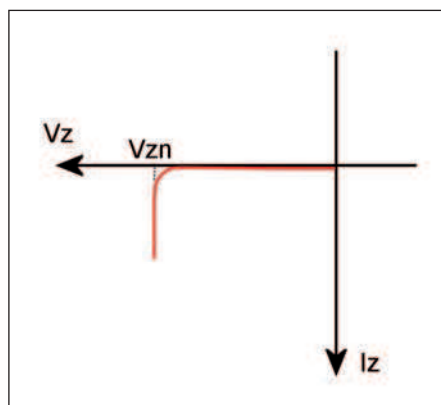



Figura 6: caratteristica voltamperometrica del diodo zener.

da qualche centinaio di volt ad alcune migliaia di volt. Il costruttore specifica in genere il valore di questa tensione. Per determinare la corrente I_D che fluisce nel diodo in conduzione è sufficiente applicare l'espressione:

$$I_D = (V_a - 0,7) / R$$

dove 0,7 è il valore della caduta di tensione ai capi del diodo e R è la resistenza di carico. Il diodo a giunzione trova molteplici applicazioni. Infatti anche se è sufficientemente noto il suo impiego quale elemento raddrizzatore ove si desideri rettificare una qualsiasi tensione alternata, vi sono svariate necessità di impiego in un numero indefinito di circuiti fra i quali si menzionano i circuiti in commutazione nei quali il componente è chiamato a commutare dallo stato *ON* di conduzione allo stato *OFF* di interdizione.

I TEMPI DI COMMUTAZIONE

A causa della capacità presente nella giunzione *pn* i tempi di commutazione dei diodi non sono mai nulli e per tal motivo si introducono alcuni parameri caratteristici atti a definire l'ordine di grandezza dei tempi impiegati dal componete per la commutazione *ON* - *OFF* e *OFF* - *ON*. Si definisce quindi un tempo di immagazzinamento (*storage time*) come il tempo necessario affinché il diodo passi dallo stato di conduzione a quello di interdizione, mentre si definisce un tempo di ripristino (*recovery time*) come il tempo necessario affinché il diodo passi dallo stato di interdizione allo stato di conduzione. Per i diodi di bassa tensione il tempo di ripristino è dell'ordine di 0,2 μs, mentre per i diodi di alta tensione può giungere a 1 μs.

IL DIODO ZENER

Questo diodo, di cui le **figure 5 *a*** e ***b*** mostrano i simboli più diffusi nella pratica, trova applicazione in tutti quei casi in cui si renda necessario fissare una tensione ad un valore ben definito. La curva caratteristica del diodo zener è riportata nella **figura 6** dalla quale si constata come lo si utilizzi in polarizzazione inversa, ossia con l'anodo negativo rispetto al catodo. In questa con V_{zn} si è indicata la tensione nominale del diodo zener.
Questo diodo, come si può osservare, lavora proprio laddove non è chiamato a lavorare il normale diodo raddrizzatore, ossia nella zona di *breakdown* che per questo componente non è distruttiva. La **figura 7** mostra la stessa curva, ma notevolmente ingrandita nell'area di normale funzionamento del componente. Ciò si rende necessario per indicare come la tensione di zener sia funzione della cor-

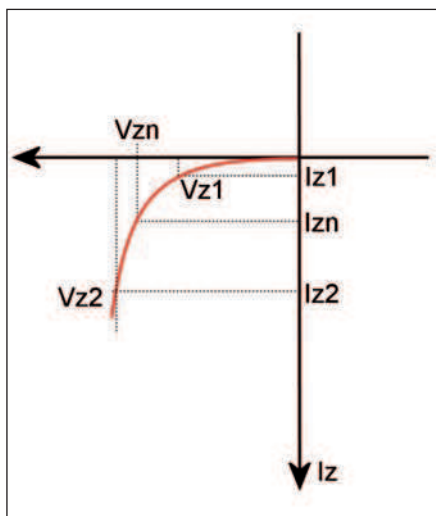



Figura 7: caratteristica in scala espansa del diodo zener.

rente I_z che vi circola. Per correnti maggiori della corrente nominale I_{zn} a cui corrisponde la tensione nominale V_{zn}, si ha una tensione di zener $V_z > V_{zn}$, mentre per correnti minori della I_{zn} si ha $V_z < V_{zn}$. Ciò è dovuto all'andamento non verticale della caratteristica, ossia alla presenza di una resistenza dinamica $r_z = \Delta V_z / \Delta I_z$. La tensione nominale di zener si ha pertanto per un ben definito valore della corrente I_z. La **figura 8** riporta un circuito applicativo nel quale il diodo zener, qui usato come elementare stabilizzatore di tensione, determina la tensione voluta ai capi del carico R_L. Si vede come la corrente erogata I si divida fra il carico (I_L) e il diodo zener (I_z) e sarà quindi valida l'espressione:

$$I = I_z + I_{RL} \quad [1]$$

Da questa si vede come la condizione più gravosa per il diodo si abbia quando viene sconnesso il carico senza che venga prima disattivata l'alimentazione V_a. In assenza del carico infatti, ossia per I_{RL} = 0, tutta la corrente erogata/passa attraverso il diodo ed è limitata solo dalla resistenza R_z in serie all'alimentazione. Per dimensionare quindi la rete stabilizzatrice di cui alla **figura 8** è necessario che la resistenza R_z si dimensioni con l'espressione:

$$R_z = \frac{V_{amax} - V_{zn}}{I_{zmax}} \quad [2]$$

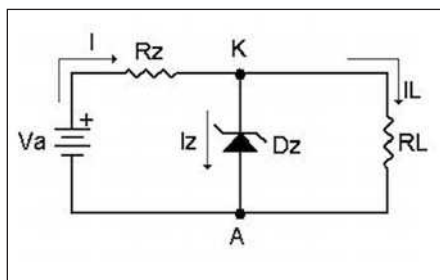



Figura 8: circuito stabilizzatore di tensione a diodo zener.

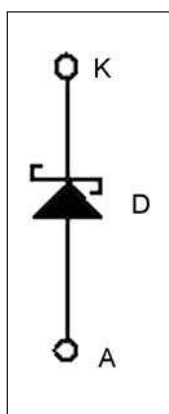



Figura 9: simbolo grafico del diodo Schottky.

dove V_{amax} è la massima tensione che può fornire la batteria (o la massima tensione che prevedibilmente sarà applicata alla rete di cui alla **figura 8**), V_{zn} è la tensione nominale del diodo zener utilizzato e I_{zmax} è la corrente massima che può essere tollerata dallo stesso diodo. Nel caso il costruttore non dia il valore della corrente massima, il relativo valore lo si ricaverà dividendo la potenza che il diodo è in grado di dissipare per la tensione nominale di zener. È infatti:

$$I_{zmax} = P_z / V_{zn} \quad [3]$$

Nel caso più generale in cui sia da ritenersi variabile il carico e siano prevedibili fluttuazioni della tensione V_a, alla resistenza R_z si assegnerà un valore intermedio fra quelli ricavati con le seguenti espressioni:

$$R_{zmin} = \frac{V_{amax} - V_{zn}}{I_{Lmin} + I_{zmax}} \quad [4]$$

$$R_{zmax} = \frac{V_{amin} - V_{zn}}{I_{Lmax} + I_{zmin}} \quad [5]$$

ESEMPIO

Si debba alimentare con un generatore la cui tensione continua varia fra 11 V e 15 V, un'apparecchiatura che alla tensione di 7,5 V (tensione di alimentazione del carico) assorbe una corrente variabile fra un minimo di 20 mA e un massimo di 100 mA.

Soluzione:

Si assuma I_{zmin} = 5 mA e si utilizzi un diodo zener con V_z = 7,5 V per una corrente I_z = 100 mA. Il diodo è in grado di dissipare un potenza P_z = 3,5 W. Eseguendo quindi il rapporto fra la potenza e la tensione di zener - espressione [3] - si ricava:
I_{zmax} = 3,5 / 7,5 = 466 mA.
Applicando quindi le espressioni [4] e [5] si ha:

$$R_{zmin} = \frac{15 - 7,5}{20 + 466} \cdot 10^3 = 15,43\,\Omega \quad [6]$$

$$R_{zmax} = \frac{11 - 7,5}{100 + 5} \cdot 10^3 = 33,33\,\Omega \quad [7]$$

Il valore da attribuire alla R_z sarà quindi compreso fra 15,43 Ω e 33,33 Ω. Si prenderà il valore normalizzato per difetto rispetto alla R_{zmax}. Si porrà quindi R_z = 33 Ω. Non rimane che da verificare che col valore attribuito alla resistenza R_z la corrente nel diodo zener anche nelle condizioni in cui si sconnetta il carico rimanga al di sotto dei 466 mA prima calcolati. Ricavando I_{zmax} dalla [2] si ha:

$$R_z = \frac{V_{amax} - V_{zn}}{I_{zmax}} \quad [8]$$

Il diodo scelto andrà senz'altro bene poiché la I_{zmax} è inferiore al valore prima ricavato (466 mA).

IL DIODO SCHOTTKY

La **figura 9** espone il simbolo grafico del diodo Schottky la cui caratteristica è pressoché eguale a quella di un normale diodo a giunzione. È però da notare che la tensione di soglia di un diodo Schottky è inferiore (dell'ordine di 0,25 V). La serie 1N5823 presenta una caduta di tensione (c. d. t.) anodo-catodo inferiore a 0,4 A alla corrente di 5 A e diodi di un'altra serie presentano una c. d. t. di soli 0,5 V pur con una corrente di 10 A. L'utilizzazione più diffusa di questo componente si ha nei circuiti che richiedano alte velocità di commutazione.Ciò perché il diodo Schottky ha un *recovery time* notevolmente più basso dei normali diodi. Nella seconda parte verranno esaminate alcune applicazioni pratiche dei diodi qui descritti e verranno inoltre esposte le caratteristiche dei diodi a emissione di luce (Led). ❏

CODICE MIP 2755687

l'angolo di Mr A.KEER

L'OPERATORE *fondamentale* OR

Prosegue in questo numero l'analisi dettagliata dei componenti disponibili sul mercato per l'ultimo operatore logico fondamentale, noto come OR, fornendone le caratteristiche, interessanti osservazioni e considerazioni utili alla progettazione

I tre operatori fondamentali costituiscono i pilastri su cui si basa il progetto digitale. Nelle scorse puntate abbiamo trattato a fondo NOT (inversione logica) e AND (prodotto logico); rimane da analizzare il terzo di essi, OR, al quale la teoria booleana associa la funzione di somma logica. Al termine della consueta indagine sulle porte logiche ad esso associate parleremo anche di 2 sue importanti varianti, pensate per risolvere una situazione piuttosto interessante..

OPERATORE OR (TTL): 74LS32

La serie TTL prevede un solo componente per l'operatore fondamentale OR: il 74LS32, contenente 4 porte logiche a 2 ingressi; la **figura 1** propone il suo pinout. I datasheet definiscono il componente come Quad 2-input OR Gates [porte OR] sintetizzando nel nome sia la quantità delle porte mostrate dal pinout che il numero dei rispettivi ingressi; è curioso rilevare che si tratta dell'unico integrato della serie TTL chiamato a realizzare la funzione somma logica. Lo schema funzionale **(figura 2)** mostra il numero e la funzione affidata dal costruttore a ciascun piedino; esso è simile allo schema logico (Logic Diagram) talvolta proposto al suo posto da alcuni datasheet. Lo schema pratico **(figura 3)** raccoglie le singole porte, da trasferire direttamente nel contesto di un progetto, evidenziando il nome dei segnali logici che entrano e di quelli che escono e il numero dei piedini ad essi riservati. Sebbene poco intuitivo e molto diverso da quello utilizzato tradizionalmente riportiamo anche il *simbolo logico* (*Logic Symbol*, **figura 4**) riconosciuto come *standard* dalle norme internazionali. Per gli oggetti presenti in un integrato non può mancare la *Tabella di*

Figura 2: OR Gates 74LS32: Schema funzionale.

Figura 1: Quad 2-input OR Gates 74LS32: Pin-out.

Verità (*Function Table*); nel nostro caso ne viene proposta una sola **(figura 5)**, in rappresentanza di ciascuna (*each gate*) delle porte logiche in esso contenute. Abbiamo già avuto modo di osservare che la proposta dei *datasheet* utilizza uno *stile* diverso da quello al quale siamo stati abituati, sostituendo la presenza degli 1 e degli 0 con le lettere H e L; in questo modo la tabella mantiene la sua validità indipendentemente dal valore dei *livelli di tensione* (0 e 1) che desideriamo associare ai *livelli logici*, alto H (*High Logic Level*) e basso L (*Low Logic Level*), in funzione del *punto di vista* (in *logica positiva* e in *logica negativa*) preso come riferimento. Di solito la letteratura digitale affida la tensione positiva (sinteticamente 1, per esempio V_{CC}=5V) al *livello logico alto* H e quella negativa (0, per esempio GND=0V) al *livello logico basso* L, dando per scontata l'analisi in *logica positiva*; ma è del tutto legittimo *assegnare logicamente* ad H la tensione "0"=0V e ad L la tensione "1"=5V, assumendo per buono il punto di vista della *logica negativa*. Si tratta in sostanza di stabilire come associare gli *eventi* possibili (i valori di tensione presenti nel circuito) ai rispettivi livelli logici. La presenza della *condizione di indifferenza*, X (chiamata a rappresentare a piacere o uno o l'altro livello logico, *Either Low or High Logic Level*) rende poi la tabella più compatta e sintetica. La *Tabella di verità* di *Figura 5* può quindi essere riproposta esplicitamente in *logica positiva* (H=1=5V e L=0=0V, come quella tradizionale) o in *logica negativa* (H=0=0V e L=1=5V), come di vede in **figura 6**. In sintesi, ogni *porta logica* OR contenuta nel 74LS32 si comporta come operatore OR in *logica positiva* e come operatore AND in *logica negativa*: è solo una questione di punti di vista! La **figura 7** mostra lo *schema elettronico* interno (*Circuit Schematics*) di ciascuna delle porte OR, uguali tra loro, inserite nell'integrato 74LS32 (per gentile concessione Texas Instruments); il confronto con lo schema fornito dai *datasheet* per le porte AND del 74LS08 mette in evidenza il diverso modo con il quale i 2 segnali applicati controllano la parte finale

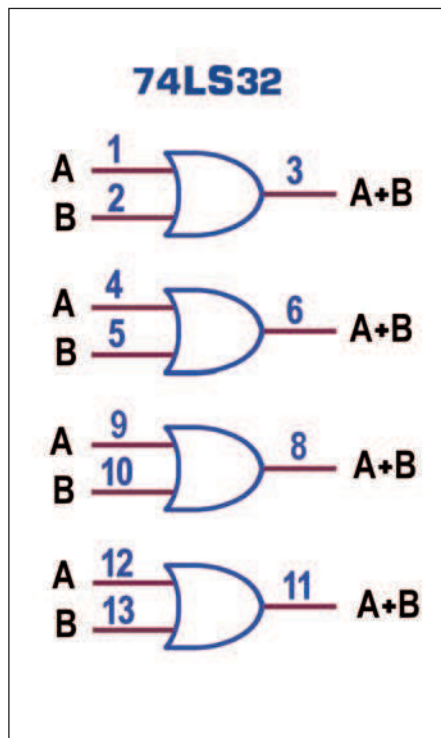



Figura 3: OR Gates 74LS32: Schema pratico.

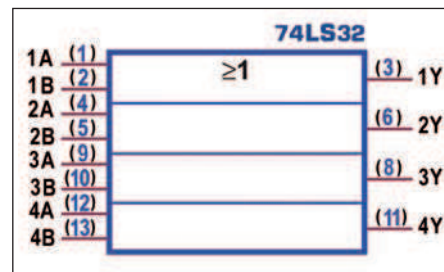



Figura 4: OR Gates 74LS32: Simbolo logico ANSI/IEEE Std. 91-1984.

OR Gates 74LS32

Tabella di verità

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
L	L	L
H	X	H
X	H	H

H livello logico alto
L livello logico basso
X livello logico alto o basso

Figura 5: OR Gates 74LS32

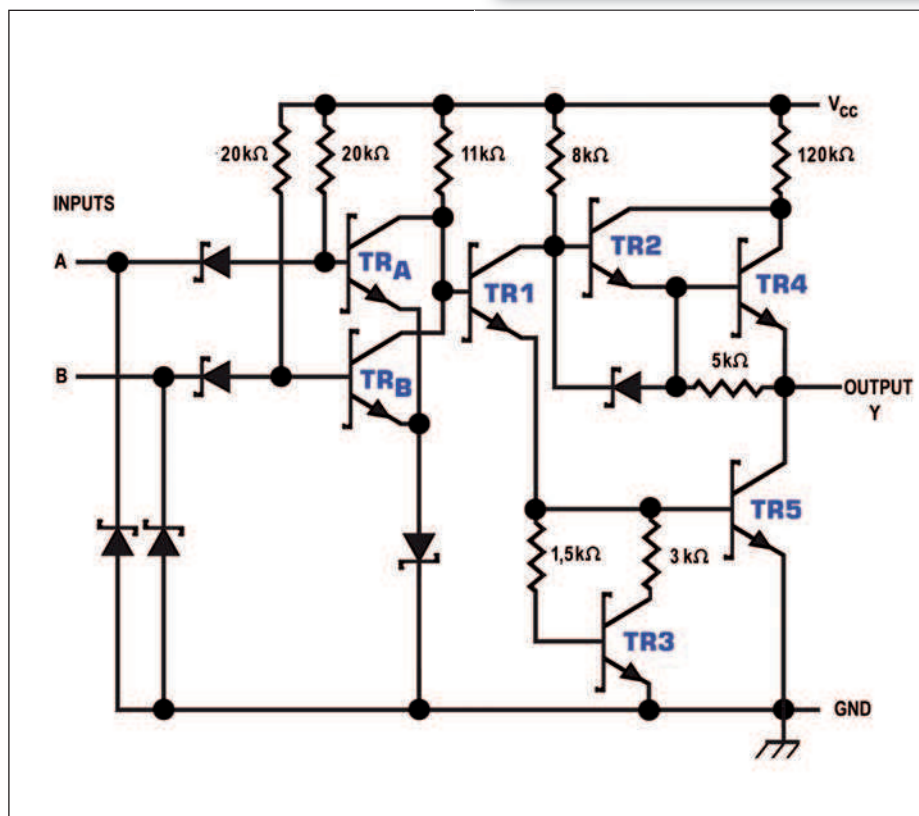



Figura 7: OR Gates 74LS32: schema elettronico interno.

l'angolo di Mr A.KEER

Figura 8: OR Gates 74LS32: Combinazione di porte logiche OR.

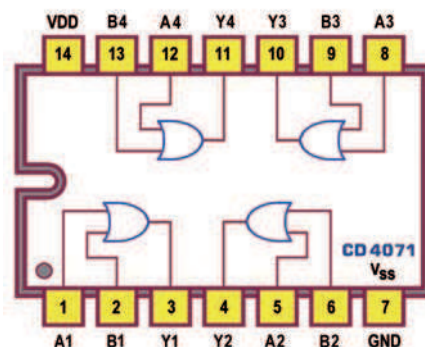
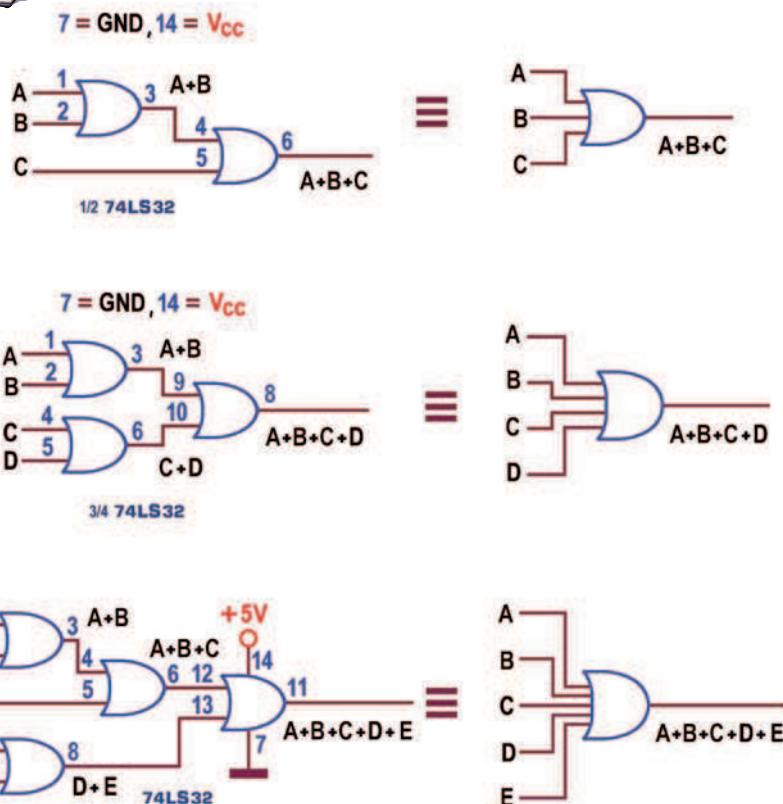



Figura 9: Quad 2-input OR Gates 4071: Pin-out.

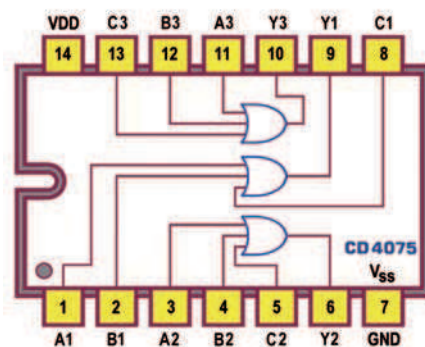



Figura 10: Triple 3-input OR Gates 4075: Pin-out.

74LS32

Tabella GENERICA

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
L	L	L
H	X	H
X	H	H

H livello logico alto
L livello logico basso
X livello logico alto o basso

74LS32

Tabella in logica POSITIVA

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	0
1	X	1
X	0	1

1 livello logico alto
0 livello logico basso
X livello logico alto o basso

74LS32

Tabella in logica NEGATIVA

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
1	1	1
0	X	0
X	0	0

0 livello logico alto
1 livello logico basso
X livello logico alto o basso

Figura 11: Dual 4-input OR Gates 4072: Pin-out.

Figura 6: OR Gates 74LS32 tabella di verità in logica positiva e negativa.

74LS32

Tabella in logica POSITIVA

INPUT		OUTPUT
A	B	Y=AND
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

f(A,B) = A+B

74LS32

Tabella in logica NEGATIVA

INPUT		OUTPUT
A	B	Y=OR
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

f(A,B) = A*B

del circuito (uguale in entrambi gli schemi e costituita dai 5 transistor più a destra). La sua analisi (in *logica positiva*) offre un'idea del funzionamento:

- se entrambi gli ingressi sono a 0 logico i rispettivi transistor TR_A e TR_B sono interdetti, consentendo a TR1 di entrare in forte conduzione attraverso TR5, por-

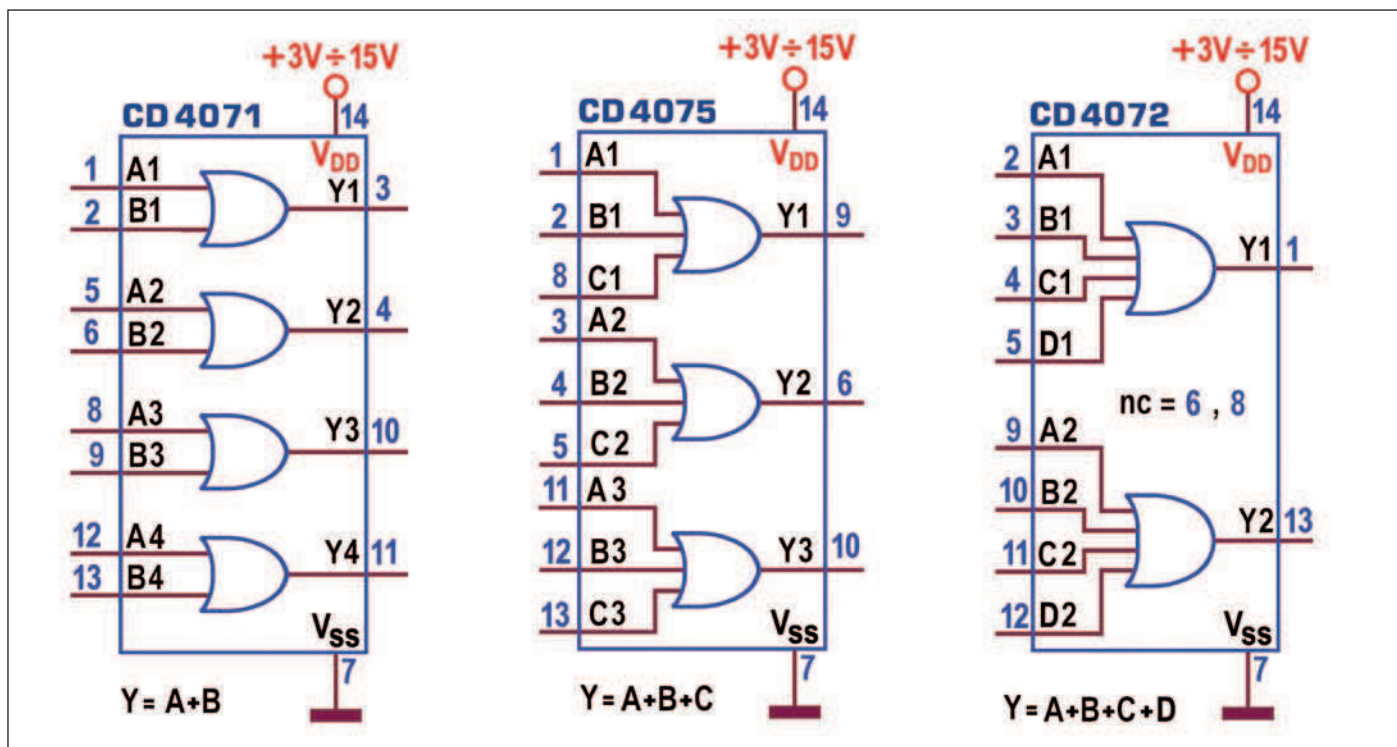



Figura 12: OR Gates [CMOS]: Schema funzionale.

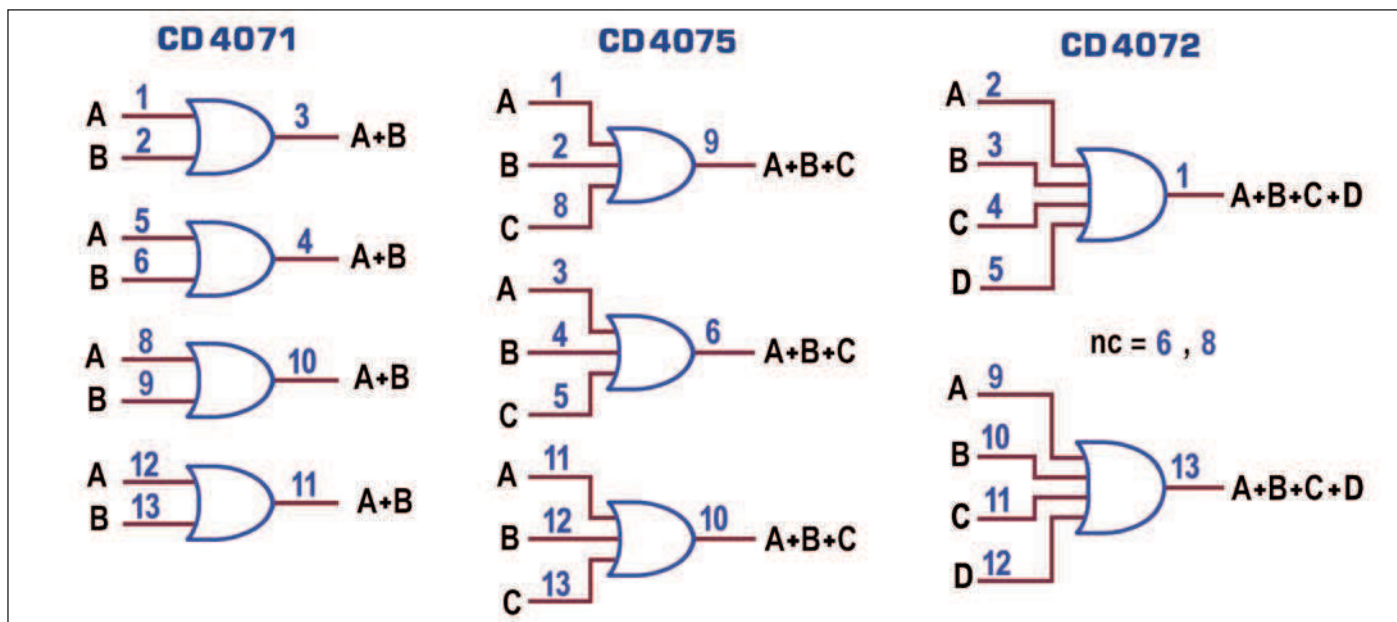



Figura 13: OR Gates [CMOS]: Schema pratico.

tato in saturazione, per cui l'uscita Y (uguale alla V_{CEsat} di TR5) si ritrova essa pure a 0 logico; la coppia TR2, TR4 è interdetta perché sulla base del primo c'è una tensione insufficiente ad innescare la conduzione di entrambi;

- se o uno o l'altro (o entrambi) gli ingressi sono a 1 logico almeno uno dei rispettivi transistor è in conduzione, portando TR1 (e TR5) all'interdizione; in queste condizioni la coppia TR2, TR4 ora conduce, permettendo all'uscita Y di passare a 1 logico.

Le caratteristiche elettriche delle *porte* OR contenute nel **74LS32** sono quelle della *famiglia logica* **TTL LS**, proposte in dettaglio la prima puntata; tra esse ricordiamo la corrente massima assorbita in uscita a livello 0, I_{OL}=8 mA, e la tensione tipica in uscita a livello 1, V_{OH}=3,5 V. La potenza dissipata massima (con uscite a 0) è di 49 mW; la frequenza massima di lavoro è di 45 MHz; il ritardo di propagazione massimo (*Propagation Delay Time*,

OR ESCLUSIVO

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

f(A,B) = A⊕B

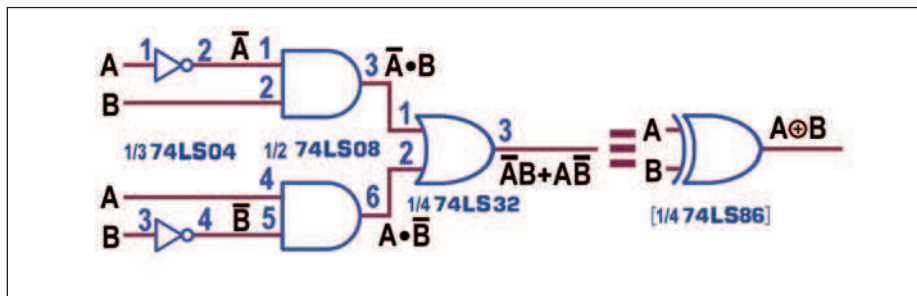



Figura 14: a) Operatore speciale OR ESCLUSIVO. b) Tabella di verità (in logica positiva) e schema.

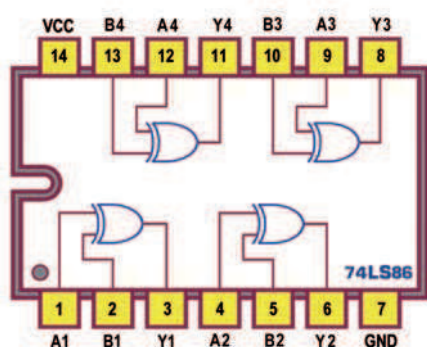



Figura 16: Quad 2-input Exclusive-OR Gates 74LS86: Pin-out.

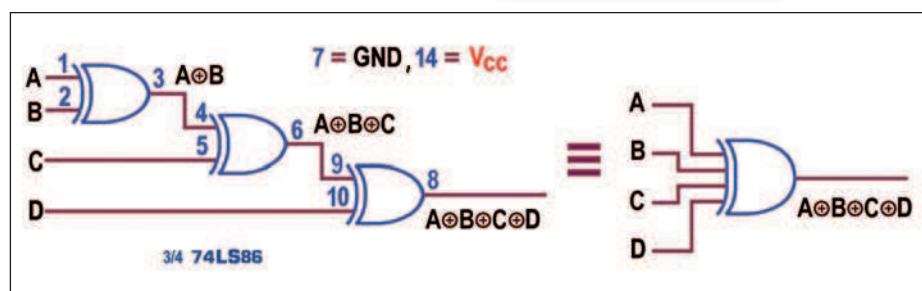



Figura 15: Exclusive-OR Gates 74LS86: Combinazione di porte logiche OR-EX.

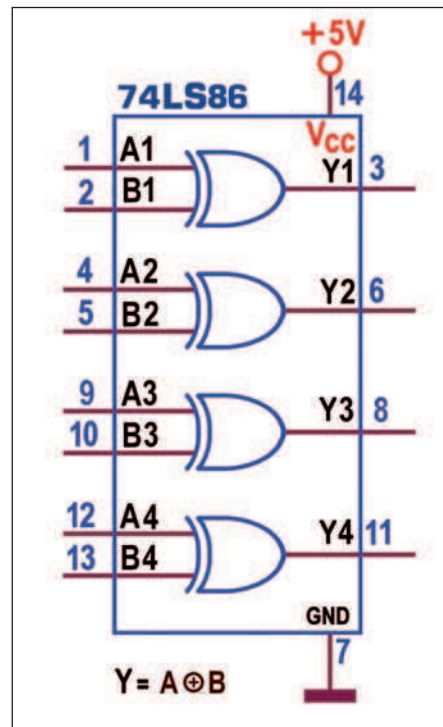



Figura 17: Exclusive-OR Gates 74LS86: Schema funzionale.

con carico di 2kohm/15pF) per entrambe le transizioni (t_{PLH} e t_{PHL}) è pari a 22 ns. Come detto in precedenza questa è l'unica configurazione TTL disponibile in commercio: non esistono versioni a 3 o a 4 ingressi, come per altri operatori. Ne consegue che, nella necessità di doverne disporre, non rimane altra via che *porre in cascata* una o più *porte* OR, per altro giustificata dalla proprietà associativa di cui gode l'*operatore logico* OR. La **figura 8** mostra alcune soluzioni valide e funzionanti. Per avere una risposta *stabile* in uscita è dunque inevitabile dover mettere in conto un tempo (di propagazione) due o tre volte maggiore rispetto a quello di una singola porta multi-ingresso; la cosa è per altro trascurabile se la frequenza dei segnali trattati è inferiore ad *1/3* di quella massima possibile.

OPERATORE OR (CMOS): 4072, 4075, 4071

La serie CMOS riserva 3 componenti all'operatore fondamentale OR: il 4071 contiene 4 porte a 2 ingressi **(figura 9)**; il 4075 ne contiene 3 a 3 ingressi **(figura 10)** e il 4072 ne contiene 2 a 4 ingressi **(figura 11)**; osservando le figure si nota che tutti e 3 collocano le porte, dentro l'integrato, con la stessa disposizione interna proposta da quelli AND di analoga configurazione: a parte la ovvia differenza logica essi sono dunque pin-out compatibili rispettivamente con il 4081, il 4073 e il 4082 (si noti anche una certa assonanza .. numerica).

Anche questi 3 componenti sono ovviamente definiti OR Gates [*porte* OR] dai *datasheet*, mantenendo nel nome la specifica della loro quantità e del numero dei rispettivi ingressi; gli *schemi funzionali* e *pratici* per ciascuno di essi sono mostrati rispettivamente in **figura 12** e in **figura 13**. Le caratteristiche elettriche dei 3 componenti sono quelle della *famiglia logica* CMOS, proposte in dettaglio la prima puntata; in sintesi: la tensione di alimentazione V_{DD} può variare da 3V a 15V; le uscite assicurano lo stesso valore sia per la corrente assorbita I_{OL} a livello 0 che per quella erogata I_{OH} a livello 1, da 1mA (con V_{DD}=5V) fino a 6,8mA (con V_{DD}=15V); i livelli di tensione su ogni uscita sono tipicamente uguali alla V_{DD} per la V_{OH} (a livello alto) e alla V_{SS} (=0V) per la V_{OL} (a livello basso). La potenza dissipata è trascurabile (qualche µW); la frequenza massima di lavoro è di 1 MHz; il ritardo di propagazione massimo t_{PLH} e t_{PHL} (con carico di 200kohm/50pF) varia mediamente da 100 ns a 35 ns, al crescere del valore dell'alimentazione.

OPERATORE OR ESCLUSIVO

Tra le possibili funzioni booleane a 2 ingressi ce n'è una che merita particolare rilevanza: è *vera* (cioè lascia un 1 in uscita) se i suoi ingressi sono *diversi* tra loro; la sua *Tabella di Verità* è mostrata in **figura 14 a** e differisce da quella dell'operatore fondamentale OR (vedi **figura 6**) solo perché *esclude* la possibilità che la funzione sia vera quando entrambi gli ingressi sono a 1: per questo è detta OR ESCLUSIVO (o OR-EX o XOR). La teoria booleana definisce per essa l'equazione

$$\overline{A}B + A\overline{B}$$

cioè la *somma logica* (OR) di due *prodotti logici* (AND), con la presenza, in ingresso, di 2 variabili negate; è una buona occasione per dimostrare che "*ogni formula è un circuito*": l'equazione è immediatamente traducibile in quello mostrato in **figura 14 b**. La particolarità di questa funzione è evidenziata anche dal simbolo utilizzato per rappresentarla: un cerchietto contenente il segno +. Anche la XOR gode della proprietà associativa che consente di *porre in cascata* una o più *porte*, condizione indispensabile per poter gestire più di 2 variabili, come si vede nell'esempio di **figura 15**.

OPERATORE OR-EX (TTL): 74LS86, [74LS136 O.C.]

La serie TTL prevede per l'operatore OR ESCLUSIVO il componente 74LS86, contenente 4 porte logiche a 2 ingressi; la **figura 16** propone il suo *pinout*. La disponibilità di una porta integrata (in grado cioè di sintetizzare il circuito di **figura 14 b**) facilita il progetto logico quando è necessaria la funzione OREX e ne ottimizza costi e prestazioni. Le **figure 17, 18** e **19** mostrano rispettivamente lo *schema funzionale*, lo *schema pratico* e il *simbolo logico* internazionale del componente *Quad 2-input* Exclusive-OR Gates, come è definito dai *datasheet*. In verità è disponibile anche il componente 74LS136 *pinout compatibile* e *logicamente* del tutto identico a quello ora descritto, ma *a collettore aperto* (*with open-collector outputs*) cioè con le uscite di ogni porta collegate *solo* al collettore del rispettivo transistor finale (il TR5 di **figura 7**, per capirci); quando il transistore è interdetto, per assicurare il livello logico alto, è dunque necessario aggiungere un resistore esterno verso l'alimentazione (detto di *pull-up* per figurar l'azione di *"tirar su"* l'uscita al positivo di V_{cc}. Il livello logico basso è invece garantito dalla saturazione del transistor finale che collega l'uscita praticamente a massa ($V_{CEsat}=V_{OL}=0,2$ V). I dispositivi *a collettore aperto* hanno il vantaggio di poter pilotare direttamente il carico da controllare (un relè, un LED o altro, sostituendolo al resistore di *pull-up*), con correnti normalmente importanti (I_{OL} fino a 40 mA), e di poterlo alimentare con tensione di alimentazione anche superiore a quella tipica TTL di 5V (V_{OH} fino a 30 V); nel nostro caso però le caratteristiche elettriche e dinamiche sono le stesse specificate per la OR TTL ($V_{OH}=5,5$ V, $I_{OL}=8$ mA). In conclusione, ci si può chiedere la ragione della disponibilità commerciale di questa *variante* della *somma logica* OR: valutando con attenzione la *Tabella di verità* della funzione XOR ci si accorge facilmente che essa esprime anche quella della *somma aritmetica* di 2 bit senza riporto. La *porta logica* XOR è dunque l'anello di collegamento per realizzare macchine in grado di sommare *aritmeticamente* i numeri! Nell'ambito del progetto digitale questa applicazione è descritta con dettaglio, a partire da un modello in grado di sommare 2 numeri da 1 bit ciascuno; la **figura 20 a** mostra la *Tabella di verità* del progetto. Le variabili

(a) 74LS86

INPUT		RIPORTO	SOMMA
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

(b) 74LS86

$(A)_2 + (B)_2 = (A+B)_2$
$(0)_2 + (0)_2 = (00)_2$
$(0)_2 + (1)_2 = (01)_2$
$(1)_2 + (0)_2 = (01)_2$
$(1)_2 + (1)_2 = (10)_2$

Figura 20: Exclusive-OR Gates 74LS86. Progetto di un Half Adder.

Figura 18 : Exclusive-OR Gates 74LS86: Schema pratico.

Figura 19: Exclusive-OR Gates 74LS86: Simbolo logico ANSI/IEEE Std. 91-1984.

COINCIDENZA

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

f(A,B) = A⊙B = $\overline{A \oplus B}$

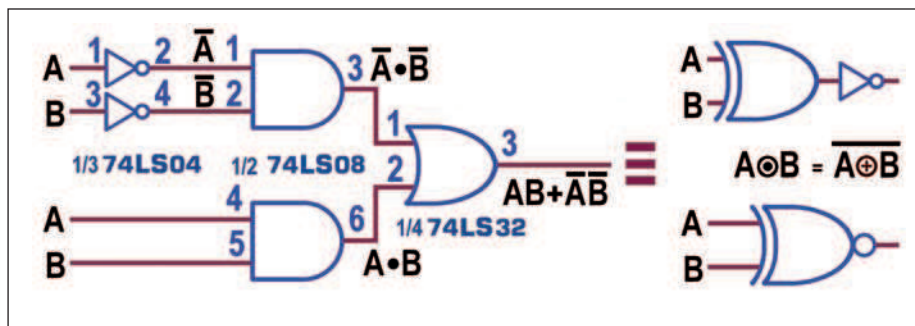



Figura 22: Operatore speciale NOR ESCLUSIVO. Tabella di verità (in logica positiva) e schema.

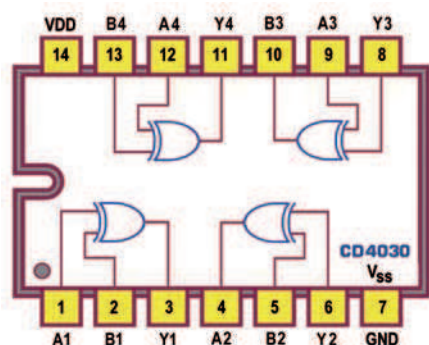



Figura 21 : Quad 2-input Exclusive-OR Gates 4030: Pin-out .

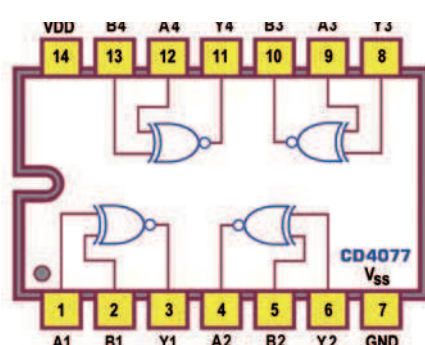



Figura 23 : Quad 2-input Exclusive-NOR Gates 4077: Pin-out.

A e B rappresentano i numeri binari (a 1 bit) da sommare tra loro e le 2 colonne d'uscita mostrano complessivamente il risultato binario della somma **(figura 20 b)**; non è difficile riconoscere la funzione AND nella colonna destinata a tener conto del *Riporto* e la funzione XOR in quella destinata a tener conto della *Somma*. La **figura 20 c** mostra la realizzazione concreta del nostro progetto, noto come *mezzo sommatore* (*Half Adder*); esso costituisce la base di partenza per creare *sommatori* di numeri espressi da una quantità di bit grande a piacere.

OPERATORE OR-EX (CMOS): 4030, 4070

I componenti destinati dalla serie CMOS all'operatore OR ESCLUSIVO sono 2: il 4030 e il 4070, entrambi contenti 4 porte a 2 ingressi, al solito tutti protetti da eventuali danni dovuti a scariche statiche dalla presenza di diodi posti tra V_{DD} e V_{SS}; sono tra loro *pinout compatibili* (lo schema di **figura 21** vale per tutti e 2). La lettura dei *datasheet* evidenzia per essi le caratteristiche della famiglia CMOS: funzionamento in una vasta gamma di tensioni di alimentazione (da 3V a 15V), basso consumo energetico (100nW tipico), alto margine di rumore (0,45 V_{DD} tipica), velocità di funzionamento media (t_{PLH} e t_{PHL} pari a 40 ns tipico, con carico di 2kohm/15pF e V_{DD}=10V), tensione d'uscita tipica V_{OH}= V_{DD} e V_{OL}= V_{SS}, corrente in uscita tipica, $|I_{OH}|=|I_{OL}|$ da 1mA (con V_{DD}=5V) a 6,8mA (con V_{DD}=15V), bassa compatibilità con la TTL (possono pilotare due 74L e un 74LS).

OPERATORE NOR ESCLUSIVO

Le funzioni booleane che si possono definire con 2 variabili in ingresso sono teoricamente 16 ma solo 10 sono realmente coerenti; tra esse una è *vera* se i 2 ingressi sono *uguali* tra loro e, per questo, è detta COINCIDENZA. Osservando la sua Tabella di Verità **(figura 22 a)** si nota che le sue uscite sono logicamente inverse rispetto a quelle della OR-EX, come se a quest'ultimo fosse fatto seguire un operatore NOT; per questo la funzione COINCIDENZA è meglio nota come NOR-EX o XOR negato o XNOR. Anche per essa è definita un'equazione booleana,

$$AB + \overline{A}\overline{B}$$

ancora una *somma logica* (OR) di due *prodotti logici* (AND) con 2 variabili d'ingresso negate ma in modo diverso dallo schema XOR; il circuito ad essa corrispondente è mostrato in **figura 22 b**. Il simbolo utilizzato per rappresentarla è un cerchietto contenente un puntino, ad indicare l'operazione duale alla somma. L'operatore NOR-EX è disponibile in un componente TTL (il 74LS266, per altro a collettore aperto) e in un componente CMOS (il 4077), entrambi contenti 4 porte a 2 ingressi, pinout compatibili tra loro (lo schema di **figura 23** vale per tutti e 2). Le caratteristiche d'impiego sono le stesse fornite poco fa rispettivamente per il TTL *open-collector* 74LS136 e il CMOS 4070. ❑

CODICE MIP 2756597

FPGA di terza generazione

Lattice ha annunciato la terza generazione di FPGA di fascia alta LatticeECP3™ prodotta con l'avanzato processo tecnologico a 65 nm di Fujitsu, che offre i più bassi livelli di consumo energetico e di prezzo in ambito industriale rispetto ad ogni altro dispositivo FPGA con funzionalità SERDES. La famiglia di FPGA LatticeECP3 comprende SERDES 3.2 G multi-protocollo con compatibilità jitter XAUI, interfaccia di memoria DDR3, potenti funzionalità DSP, memoria on-chip ad alta densità e fino a 149 k LUTS, il tutto con un consumo e un prezzo pari alla metà degli FPGA concorrenti con funzionalità SERDES.

CODICE MIP 2760094

REGOLATORE LDO AD ALTA VELOCITÀ

Disponibile nel contenitore miniaturizzato USP-4 (1,2mm x 1,6mm x 0,6mm), nonché nelle versioni standard SOT-25 e SSOT-24 (SC-82), la nuova Serie XC6225 di regolatori di tensione di Torex Semiconductor offre una tensione di dropout eccezionalmente bassa – in media 70mV con carico di 30mA. Questi regolatori ad elevata corrente, minima tensione di dropout offrono una erogazione molto stabile, a bassa rumorosità, che risponde alle esigenze di circuiti alimentati a batteria come telefoni cellulari e cordless, fotocamere digitali e videocamere, PDA e giochi portatili, nonché apparecchi AV portatili. La Serie XC6225 comprende un riferimento tensione, un amplificatore di errori, un limitatore di corrente ed un circuito di compensazione di fasi più un transistor driver. La tensione in uscita può essere fissata dal fabbricante a qualsiasi valore da 0,8V a 5,0V in intervalli di 50mV, e l'intervallo di tensione operativo è tra 2,5V e 6,0V. Il circuito fold-back di limitazione di corrente opera come protezione contro i cortocircuiti, così come il limitatore di corrente in uscita. La Serie XC6225 ottiene una risposta veloce ai transienti con soli 25µA di consumo. Il limite di corrente è fissato a 50mA (in media), in modo da proteggere il dispositivo dalla corrente eccessiva. Si adatta in modo ideale ad applicazioni che richiedono fino a 30mA. La funzione CE (chip enable) consente ai progettisti di spegnere l'uscita, mettendo il dispositivo in modalità standby, riducendo significativamente il consumo energetico. In standby, la Serie XC6225B può scaricarsi attraverso l'interruttore interno di auto-scarica, ed il risultato è che il pin VOUT ritorna rapidamente al livello VSS. Il condensatore di stabilizzazione dell'output (CL) può essere di tipo ceramico a basso ESR.

CODICE MIP 2760096

CONNETTORI MICROTCA YAMAICHI

Yamaichi Electronics allarga la propria offerta di connettori ai sistemi MicroTCA (Micro Telecommunications Computing Architecture), utilizzati non solamente nel settore delle telecomunicazioni ma anche in aree come l'industria, il militare, e le tecnologie medicali.
I connettori di potenza per sistemi MicroTCA sono forniti in una versione a 96-pin e sono compatibili con con le specifiche PICMG. Nella versione a 72 pin presentano 24 contatti di potenza disponibili per trasmissioni superiori a 11A.

CODICE MIP 2760094

EEPROM A BASSA TENSIONE

Microchip annuncia una serie di dispositivi EEPROM I2CTM con la tensione operativa più bassa disponibile sul mercato. La serie di dispositivi 24VLXX ha una tensione operativa di appena 1,5V per le operazioni sia di lettura, sia di scrittura, con una corrente operativa molto bassa di meno di 400µA. Questi dispositivi EEPROM da 1kbit e da 2kbit sono i primi a supportare due funzioni diverse di protezione da scrittura; i dispositivi 24VL014, 24VL024 e 24VL025 possono essere ordinati con una funzione di protezione da scrittura dell'intero array. I dispositivi 24VL014H e 24VL024H supportano una funzione di protezione da scrittura di metà dell'array. Con una frequenza operativa di 100 KHz a 1,5V, le nuove EEPROM possono operare in applicazioni portatili e palmari con tensioni molto basse, riducendo di conseguenza il consumo di potenza ed estendendo la vita utile della batteria.

CODICE MIP 2760098

RENESAS entra nell'EtherCAT Technology Group

Renesas Technology entra a fare parte dell'EtherCAT Technology Group, il cui scopo è promuovere lo standard EtherCAT gestendone lo sviluppo delle specifiche. Originariamente introdotto da Beckhoff, EtherCAT è uno standard basato su Ethernet particolarmente orientato all'automazione e ad applicazioni di controllo industriale real-time. Con questa partecipazione Renesas si dimostra particolarmente attenta alle esigenze che in futuro potrebbero presentarsi ai progettisti visto lo sviluppo di EtherCAT mettendo a disposizione la propria esperienza nell'ambito di applicazioni di tipo industriale.

CODICE MIP 2760088

fare elettronica

SERVIZIO MIP

MORE INFO PLEASE!

IL SERVIZIO UTILIZZABILE PER RICHIEDERE MAGGIORI INFORMAZIONI SUI CONTENUTI DI FARE ELETTRONICA

ONLINE:
www.farelettronica.com/mip

VIA FAX: 02 66508225

NUMERO DELLA RIVISTA 285

INSERISCI I CODICI MIP PER I QUALI DESIDERI RICEVERE INFORMAZIONI. UTILIZZA IL NUMERO MIP CHE COMPARE ALLA FINE DI OGNI ARTICOLO O ALL'INTERNO DELLE PAGINE DI TUO INTERESSE.

DATI DEL LETTORE

Nome ____ Cognome ____

Azienda ____ Indirizzo Azienda ____

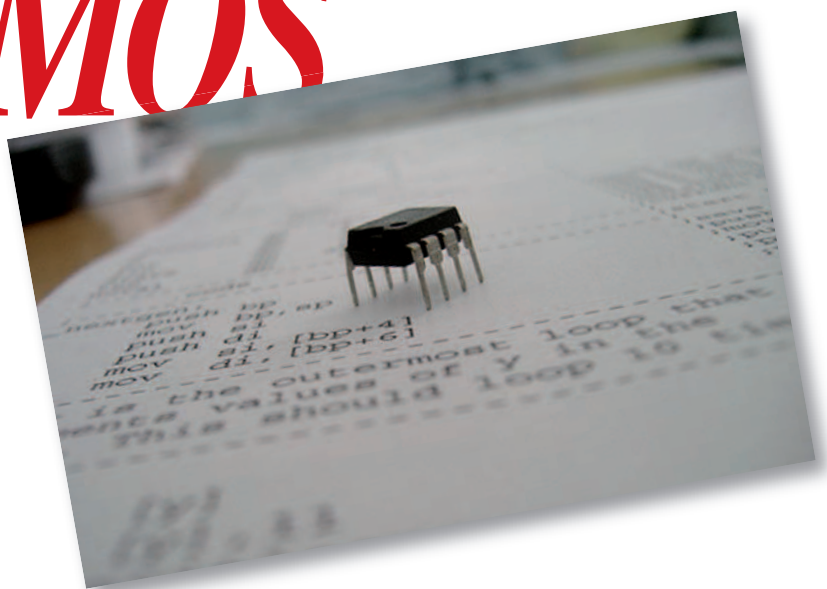
Città ____ Cap ____ Prov. ____ Nazione ____

Tel. ____ Fax ____

e-mail ____

di ROBERTO PRESTIANNI

IL 555 VERSIONE CMOS

In questo articolo viene svelata l'altra faccia del celebre Timer 555, meno conosciuta ma indubbiamente più accattivante. Vedremo quali pregi aggiunge la tecnologia CMOS alle già note prestazioni di questo diffusissimo circuito integrato

Uno dei primi esperimenti in cui un neoelettronico si cimenta, riguarda la generazione di una temporizzazione, ovvero realizzare un circuito, possibilmente semplice e che richieda pochissimi componenti, in grado di dare il tempo a qualcosa: per esempio far lampeggiare un Led con la cadenza di un secondo, oppure creare qualche effetto luminoso suggestivo che si ripeta nel tempo. Ecco allora che in un modo o in un altro ci si imbatte nel circuito integrato NE555, incominciando così ad apprezzarne le sue performance e non solo come temporizzatore. Questo dispositivo è di fatto uno degli '*integrati fondamentali*' della componentistica elettronica, e a dimostrarlo è il fatto che a distanza di più di

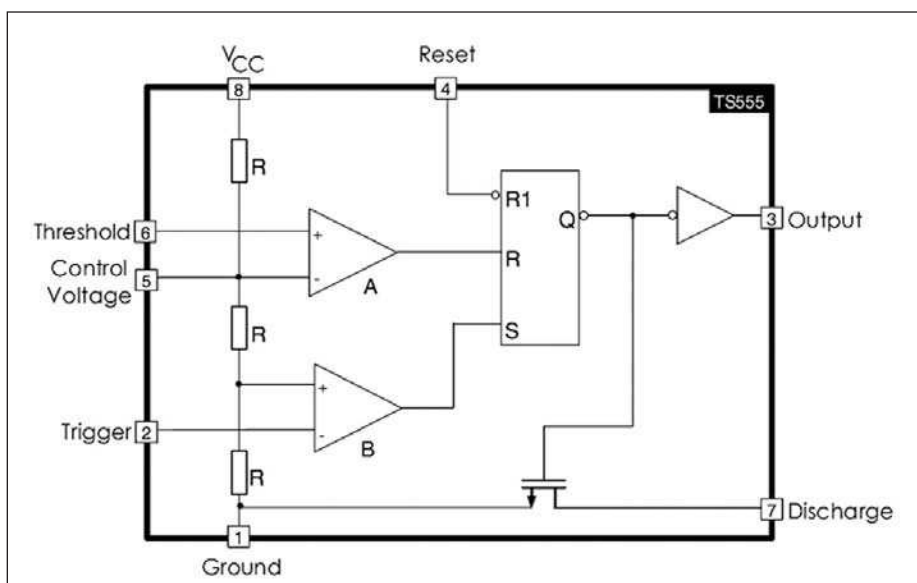



Figura 1: schema a blocchi del 555.

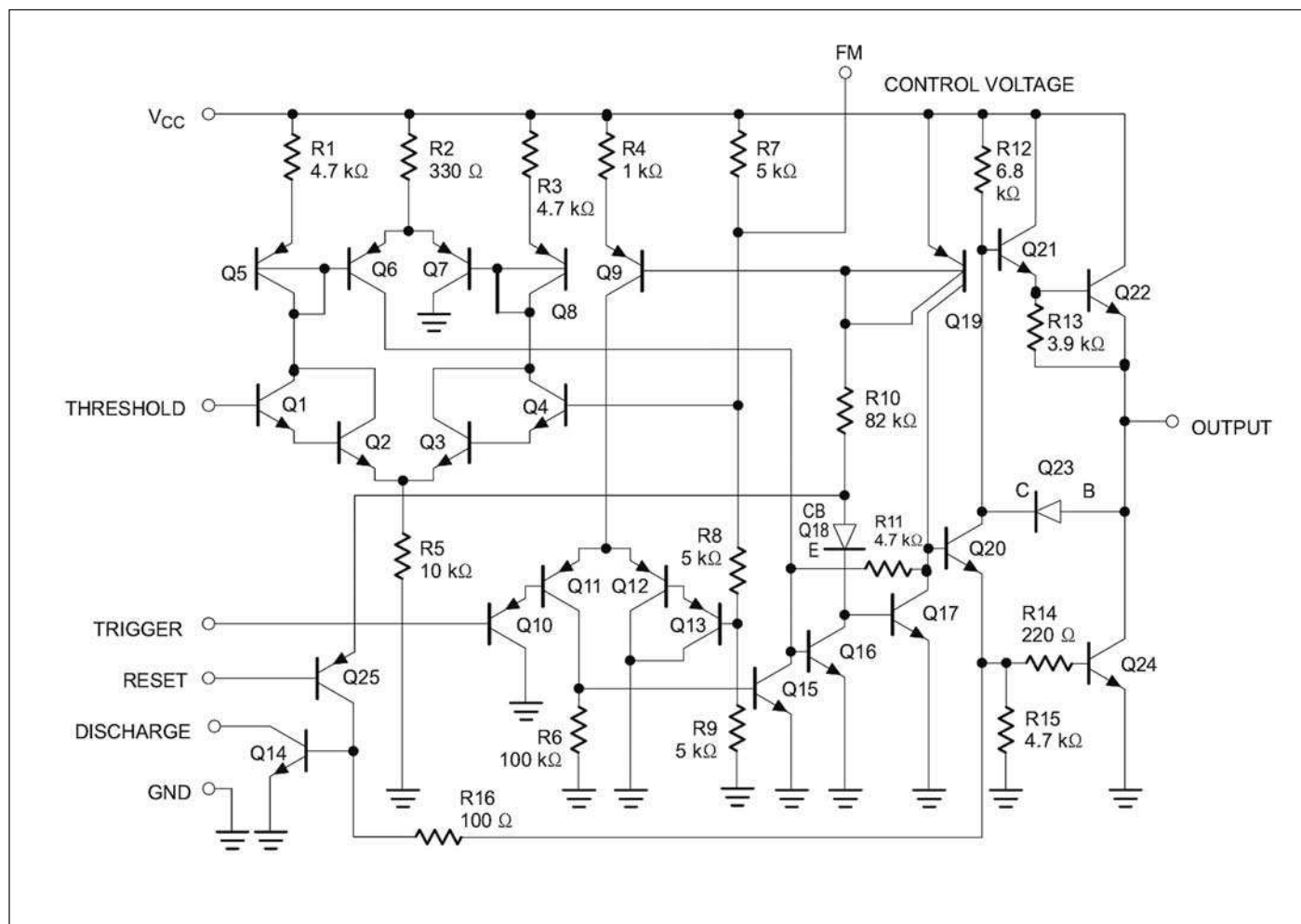



Figura 2: schema elettrico dell'NE555.

35 anni dalla sua comparsa nel panorama dei semiconduttori, viene tuttora prodotto e largamente venduto. L'NE555 (o SA555 o SE555) è un circuito monolitco per temporizzazioni realizzato con trasistori bipolari. Ciò significa che parametri elettrici statici e dinamici come impedenza di ingresso/uscita, livelli di tensioni alto/basso di ingresso uscita, velocità di propagazione dei segnali (e quindi risposta in frequenza), nonché potenza dissipabile e consumi, sono tipiche della tecnologia di costruzione basata sui transistori bipolari. In **figura 1** è riportato lo schema a blocchi tipico di tutti i Timer 555.

DUE TECNOLOGIE A CONFRONTO

Cosa che non tutti sanno è che, parallelamente al 555 bipolare, sono state sviluppate versioni basate su tecnologia CMOS le quali, a parità di funzionalità, schema a blocchi e piedinatura dell'NE555, apporta notevoli migliorie al dispositivo. Sigle come TS555 (ST Microelectronics), TLC555 (Texas Instruments), LMC555 (National Semiconductor), sono relative a questa tecnologia. In **tabella 1** sono messi a confronto gli integrati NE555 e TS555 a rappresentanza delle versioni bipolari e CMOS rispettivamente, così che possiamo metterne in evidenza alcune differenze sostanziali. Si precisa che i valori in essa riportati sono relativi ad un funzionamento a temperatura ambiente (Ta=25°C) e tensione di alimentazione pari a 5V (VDD).
Inoltre si è preferito riportare i valori peggiori che gli integrati sono in grado di fornire, così da porsi nelle peggiori condizioni di funzionamento (vedi: supply current, sink e source current, VOL e VOH, threshold e trigger current, rise e fall time). Compariamo il TS555 con l'NE555. Notiamo subito che il range di tensione di alimentazione del chip CMOS è più interessante, infatti la possibilità di lavorare fino ad un minimo di 2V consentirebbe l'utilizzo di batterie da pochi volt (l'LMC55 può addirittura funzionare anche a 1,5V). Vedete, inoltre, come la corrente richiesta dal chip per la sua alimentazione (senza carico applicato), è notevolmente più bassa (di un fattore 24 e per di più avendo considerato per il TS555 il valore massimo); anche questo pregio rappresenta un notevole vantaggio per le applicazioni che prevedono l'alimentazione a batterie. Per quanto riguarda le prestazioni dinamiche, non potevamo che aspettarci anche qui importanti vantaggi (vedi i tempi di salita e di discesa non-

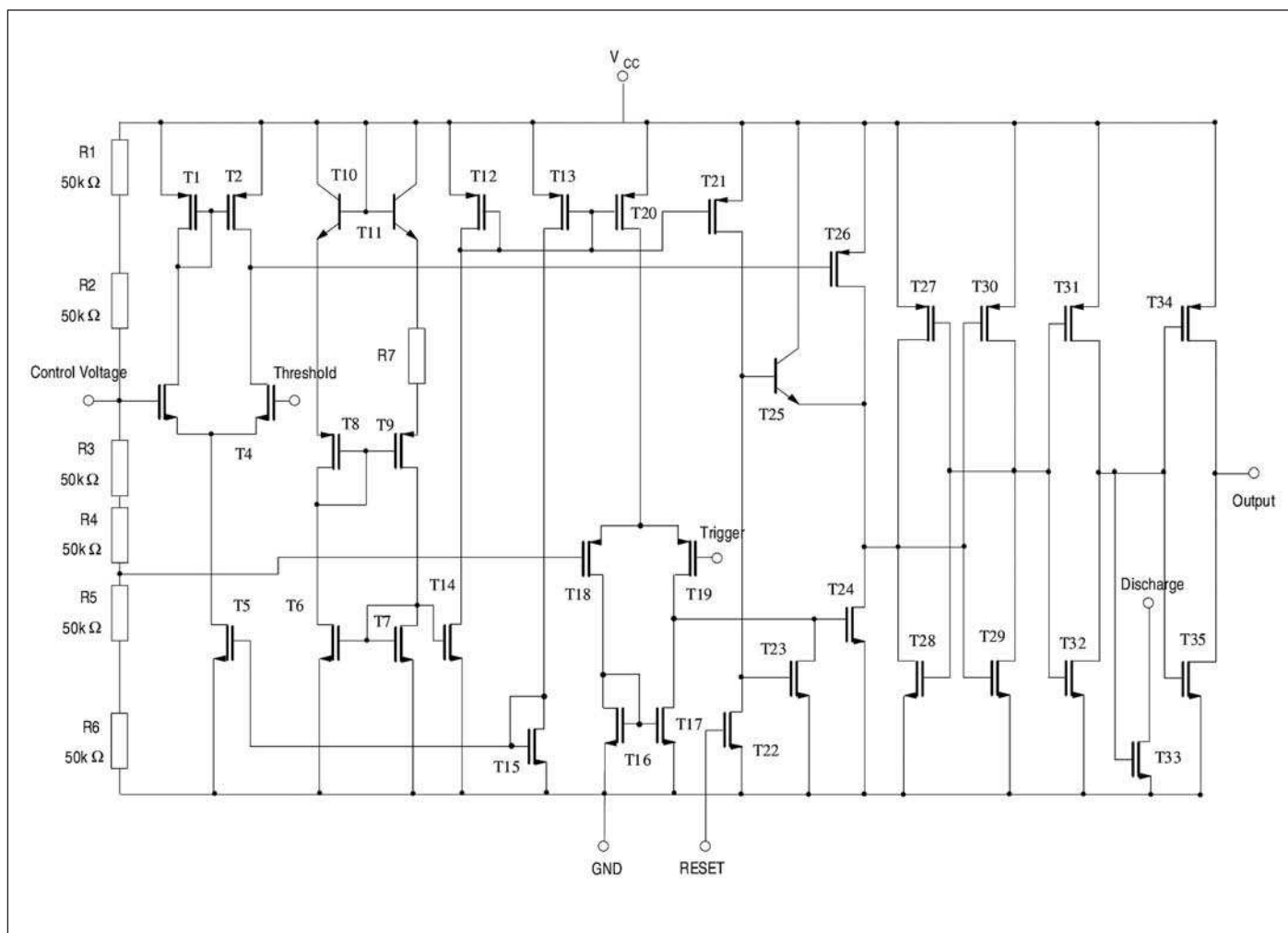



Figura 3: schema elettrico del TS555.

TABELLA 1

Caratteristica	NE555	TS555	unit
Supply Voltage	**4,5 ÷ 16**	**2 ÷ 18**	**V**
Supply Current (no load)	**6**	**0,25**	**mA**
Sink Current	**200**	**100**	**mA**
Source Current	**200**	**10**	**mA**
V_{OL} (sink current)	**0,4 (8mA)**	**0,6 (8mA)**	**V**
V_{OH} (source current)	**3,3 (100mA)**	**4,4 (2mA)**	**V**
Max Frequency	**0,5**	**2,7**	**MHz**
Input Impedance	**106**	**10^{12}**	**Ω**
Rise Time (tr)	**300**	**25**	**nS**
Fall Time (tf)	**300**	**20**	**nS**
Threshold Current	**0,25**	**10×10^{-6}**	**µA**
Trigger Current	**2**	**10×10^{-6}**	**µA**

Tabella 1: confronto tra un 555 bipolare ed uno CMOS.

chè la massima frequenza in funzionalità astabile): la banda passante risulta palesemente più ampia (qui risulta circa 5 volte maggiore). Adesso osserviamo le correnti agli ingressi Trigger (pin 2) e Threshold (pin 6): sono dell'ordine dei pA, tipico degli ingressi di operazionali a FET. L'unico lato sfavorevole è rappresentato dalle correnti di uscita che, oltre a risultare di portata inferiore, sono per di più diverse tra loro (10mA la corrente erogabile (source) e 100mA quella assorbibile (sink)), problema comunque sormontabile esaminando caso per caso le possibili applicazioni per i quali utilizzeremo il 555 (vedremo in seguito un esempio). Per i più curiosi, le **figure 2** e **3** riportano gli schemi elettrici dei due 555. I meno esperti non si preoccupino della complessità di questi schemi, non è scopo di questo articolo studiare la cir-

cuteria del Timer, però può risultare istruttivo evidenziare i vari blocchi che lo costituiscono. In **figura 2** sono evidenziati i diversi blocchi funzionali che compongono il 555. Partendo da sinistra abbiamo:

- un A.O. (*threshold comparator*) con la tipica configurazione di ingresso ad '*amplificatore differenziale*', avente come ingresso non invertente la linea *threshold* (pin 6) e ingresso invertente la linea *control voltage* (pin 5), posta al potenziale di riferimento (2/3Vcc), determinato dalla serie di resistenze da 5KΩ;
- un secondo A.O., anche questo configurato come comparatore (*trigger comparator*), con l'ingresso non invertente posto al potenziale di riferimento di 1/3Vcc (vedi anche qui la serie di 3 resistenze), e l'ingresso invertente connesso alla linea *trigger* (pin 2);
- il dispositivo digitale sequenziale (*flip-flop*) realizzato con la tipica struttura a due transistor (Q16 e Q18) tra loro retroazionati (la base di uno connessa al collettore dell'altro), e il relativo ingresso di reset (pin 4);
- lo stadio di output, da una parte presente con il transistor (Q14) a collettore aperto (linea open-collector di *discharge*), dall'altra con la configurazione totem-pole, che garantisce la realizzazione dei livelli alto e basso (VOH e VOL) per l'uscita (pin 3 di *output*). Una curiosità: osservando le **figure 2** e **3** noterete come nella versione CMOS ogni resistenza da 5KΩ tipica dell'NE555, è stata sostituita da una coppia di resistenze connesse in serie, ognuna di queste di valore 10 volte superiore (50KΩ).

Ultima nota teorica prima di passare alla pratica: in **tabella 2** potrete fare un raffronto tra diversi 555 CMOS.

ESEMPI APPLICATIVI

Adesso, a titolo di esempio e per mostrare ai lettori alcuni dei vantaggi che derivano dall'uso del 555 CMOS, verranno presentate 2 versioni di un lampeggiatore luminoso di emergenza impieganti il TLC555. La funzionalità di questi circuiti è la generazione di potenti impulsi luminosi, grazie ai quali potremo segnalare la nostra presenza o uno stato di emergenza, in luoghi scarsamente illuminati e quindi particolarmente a rischio per la nostra e altrui incolumità. La presenza di 3 Led ad alta luminosità consentirà di attirare l'attenzione su noi stessi o su un oggetto anche a grande distanza (parecchie decine di metri): per esempio quando andiamo in bici la sera in luoghi poco illuminati e trafficati da auto, moto ed altro, oppure quando facciamo jogging per strada, o ancora quando dobbiamo segnalare una condizione di pericolo, per noi o per gl'altri, in condizioni di buio parziale o totale. Le **figure 4** e **5** mostrano queste due possibili versioni dello stesso lampeggiatore, ognuna di esse contraddistinta da una particolarità. Diciamo innanzitutto che entrambi possono essere alimentati a batterie, cosa che ci assicurerà la portabilità del lampeggiatore stesso. Prima di descriverne il funzionamento però, consideriamo nuovamente la prima tabella: abbiamo già notato come le correnti di alimentazione delle due versioni di 555 (senza carico applicato), hanno ordini di grandezza parecchio differenti. Effettivamente se andiamo ad alimentare l'NE555 con una tensione di 12V, leggeremo col multimetro un assorbimento di circa 7mA, corrente che precipita a soli 0,25mA se impieghiamo ad esempio il TLC555 (versione CMOS del primo). Indubbiamente questo è già un bel risparmio se desideriamo alimentare il Timer con batterie di piccole dimensioni (quelle a bottone comprese). Facciamo qualche semplice calcolo: se desideriamo utilizzare due o più batterie ministilo in serie ognuna di capacità pari a 850mAh (cioè in grado di erogare 850mA per un'ora di continuo (almeno in teoria)), per la sola alimentazione dei due integrati NE555 e TLC555, otterremmo 121 ore di autonomia per il primo (circa 5 giorni), e ben 3400 ore per il secondo (circa 141 giorni). Questi risultati teorici, in un progetto realistico, li sottovaluteremo per sicurezza. Comunque sia danno un'idea di come un 555 CMOS consenta la riduzione dei consumi di energia. In entrambe le soluzioni il Timer viene fatto funzionare in modalità astabile, quindi dopo un breve transitorio all'accensione, vedremo lampeggiare ciclicamente i

LISTA COMPONENTI

R1	270 KΩ 1/4 W
R2	27 KΩ 1/4 W
R3	33 Ω 1/4 W
C1	4,7µF 25 V elettrolitico
C2	10 nF multistrato o ceramico
C3	100 µF 25 V elettrolitico
D1	1N4148
D2-D3-D4	LED rosso alta luminosità
U1	TLC555 o altro 555 CMOS
VARIE	
Batteria 9/12V	
Clip o portabatteria	
Zoccolo per IC DIP 4+4 pin	

Figura 4: lampeggiatore da 12V.

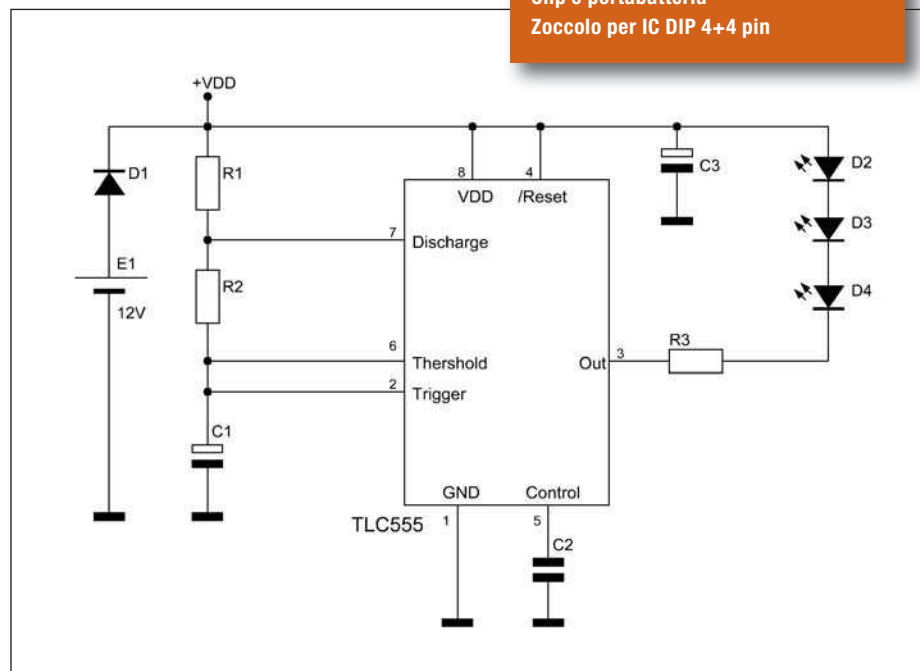
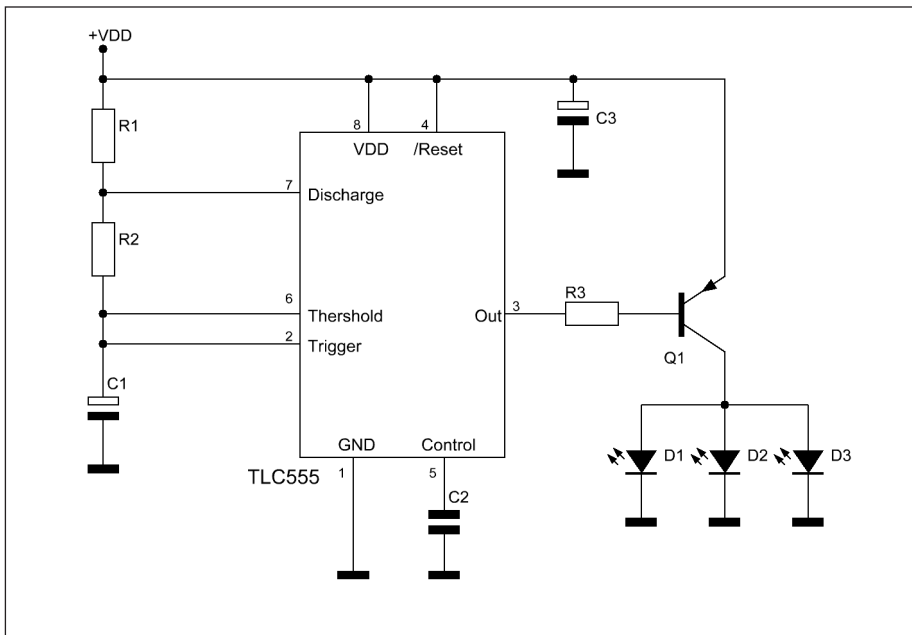



Figura 5: lampeggiatore per bassissima tensione.

LISTA COMPONENTI

R1	270 K 1/4 W
R2	27 K 1/4 W
R3	100 1/4 W
C1	4,7µF 25 V elettrolitico
C2	10 nF multistrato o ceramico
C3	100 µF 25 V elettrolitico
Q1	BC557
D1-D2-D3	LED rosso alta luminosità
U1	TLC555 o altro 555 CMOS
VARIE	
Battery	Ministilo X 2
	Portabatteria 2 ministilo
	Zoccolo per IC DIP 4+4 pin

nostri Led. Le costanti di tempo di questi circuiti sono state scelte in modo da ottenere in uscita (pin 3), un impulso basso con la cadenza di 1 secondo. La durata di quest'impulso è di circa 0,09 sec, quasi un decimo della durata del livello alto. Questi valori trovano giustificazione nelle seguenti formule, che potrete trovare sui datasheet di tutti i 555 (anche se scritte con simboli differenti):

$t_c(H) = CT\ (RA + RB)\ ln2$;
$t_c(L) = CT\ RB\ ln2$;
$Period = t_c\ (H) + t_c\ (L) = CT\ (RA + 2RB)\ ln2$

dove $t_c(H)$ e $t_c(L)$ rappresentano rispettivamente la durata dello stato alto (1 logico) e quello dello stato basso (0 logico), e dove ln2=0,693. Nei nostri due circuiti **(figure 4** e **5)** CT è sostituito da C1, metre RA e RB rispettivamente da R1 e R2. Le nostre formule diventano allora:

$T_1 = C1\ (R1 + R2)\ ln2 =$
$= 4{,}7x10^{-6}\ x\ (270 + 27)x10^{3}\ x\ 0{,}693 \cong$
$\cong$ *0,97 sec*

$T_0 = C1\ R2\ ln2 =$
$= 4{,}7x10^{-6}\ x\ 27x10^{3}\ x\ 0{,}693 \cong$ *0,09 sec*
$T = T_1 + T_0 \cong 0{,}97 + 0{,}09 = 1{,}06 \cong$ *1 sec*

Durante questi impulsi bassi, i 3 Led ad alta luminosità vengono percorsi da una corrente relativamente alta per essere eccitati all'emissione una forte luce. Tuttavia questa corrente è anch'essa impulsiva, dunque la corrente media richiesta all'alimentazione sarà notevolmente ridotta (fino a 10 volte il valore di picco). Il primo circuito ad esempio, vede i 3 Led in serie e percorsi da una corrente impulsiva di circa 100mA; facendo una media temporale sulla base del periodo dell'onda astabile uscente dal 555 (1 secondo) otteniamo 10mA, corrente che possiamo pensare venga erogata continuamente dall'alimentazione. Adesso osservate che se avessimo utilizzato un NE555, questo consumo medio sarebbe salito a ben 17mA (10+7 mA). Riprendiamo allora le nostre pile ministilo da 850mA di capacità, e calcoliamo che con 10mA di consumo possiamo ottenere 85 ore di funzionamento continuo (circa 3 giorni e mezzo), mentre con i 17mA solo 50 ore (circa 2 giorni). Ripeto ancora che que-

PER *approfondire...*

- NE555 - http://www.st.com/stonline/products/literature/ds/2182.pdf
- TS555 - http://www.st.com/stonline/products/literature/ds/4077/ts555.pdf
- TLC555 - http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/tlc555.pdf
- LMC555 - http://cache.national.com/ds/LM/LMC555.pdf
- TS3V555 - http://www.ortodoxism.ro/datasheets/stmicroelectronics/4075.pdf
- www.eetimes.com/special/special_issues/millennium/milestones/camenzind.html
- http://it.wikipedia.org/wiki/NE555

ste sono solo delle *stime* di consumo, ma certamente danno un'idea sufficiente sulla possibile autonomia del nostro dispositivo.

LAMPEGGIATORE A 12V

Il circuito di **figura 4** lo possiamo alimentare con una tensione compresa tra i 9V e 12V. Personalmente l'ho testato con una tensione stabilizzata di 12V e adoperando due tipi di Led ad alta luminosità: ho ottenuto così assorbimenti di picco pari a 90mA e 120mA. Notate come questi diodi sono attraversati dalla corrente di sink dell'uscita del 555 (piedino del 3) e ciò non per caso, dal momento che nei 555 CMOS questa corrente è superiore a quella erogabile (corrente di source). A conferma osservate le due tabelle di prima. Questo lampeggiatore lo potete fare davvero piccolo in quanto una micropila da 12V (quella per radiocomandi per intenderci) di buona marca, è in grado di alimentarlo per circa 24 ore di continuo. Badate comunque che la tensione della pila decresce continuamente e può raggiungere i 7V nelle ultime ore. Tuttavia l'emissione della luce rimane piuttosto alta. Questa soluzione la consiglio per un lampeggiatore da usare in caso di emergenza, considerata la ridotta autonomia; quest'ultima comunque, la si può aumentare impiegando una classica pila da 9V, magari ricaricabile. In alternativa il circuito di **figura 2**, propone un'altra soluzione di maggiore autonomia e funzionante con tensioni davvero basse.

LAMPEGGIATORE A BASSISSIMA TENSIONE

Questo circuito sfrutta la possbilità offerta dal Timer 555 CMOS, ad essere alimentato con tensioni inferiori ai 4,5 volt (voltaggio minimo per l'NE555). Qui addirittura possiamo utilizzare 2 ministilo collegate in serie, da alloggiare assieme in un portapile a due posti. Si potrebbero usare allora batterie ricaricaibili (Ni-MH o Ni-Cd), così allo stesso tempo da un lato aiuteremo l'ambiente, e dall'altro avremo la possibilità di rigenerare la loro carica una volta esaurite. Potreste pure pensare ad una alimentazione con batterie a bottone: in questo caso ridurrete l'ingombro del lampeggiatore, ma contemporaneamente anche la sua portata. In questo caso allora, converrebbe eliminare uno o anche due diodi Led (a discapito però della portata luminosa). In questo circuito, dal momento che la tensione di alimentazione è paragonabile a quella di polarizzazione diretta dei Led (circa 2V), non possiamo certo permetterci un aumento della tensione al pin di uscita (seppur di una frazione di volt), quando questo viene percorso da una corrente di diverse decine di mA. Osservate ancora una volta le tabelle: volendo anche qui avvalerci della corrente di sink, prevediamo comunque una tensione di uscita bassa VOL troppo alta durante l'eccitazione dei Led, dal momento che già per 8mA il suo valore sale a 0,6V. Infatti se 2,4V ci vengono forniti dalle due batterie e 0,6V minimi li ritroviamo come tensione di uscita bassa, avremo i nostri Led polarizzati con soli 1,8V, valore troppo basso per una forte emissione di luce. Ovviamo al problema utilizzando un BJT pnp (transistore bipolare): lo polarizziamo con una corrente di base piuttosto alta (dal momento che la corrente di collettore è anch'essa alta), ottenendo così una tensione emettitore-collettore (VEC) di 0,2-0,3V, ad ogni impulso negativo. Così facendo, i restanti volt di alimentazione verranno applicati interamente ai 3 Led. **FATE ATTENZIONE** al fatto che in questo circuito, per l'alimentazione non ho previsto un diodo contro l'inversione accidentale della polarità, proprio per non penalizzare la tensione massima di eccitazione dei Led. Per ultima ecco una nota tecnica importante: alimentazione a parte, la configurazione di **figura 5** può essere impiegata per alimentare ad intervalli regolari e per breve tempo (frazione di un secondo), un altro circuito sempre nel rispetto del concetto di risparmio di energia e allungamento dell'autonomia del sistema. Si potrebbe, ad esempio, realizzare un trasmettitore di emergenza (radio, sonoro ecc.) che ad intervalli di tempo regolari, emetta un forte segnale di pericolo, onde attirare l'attenzione sui malcapitati. *N.M.B:* i Led ad alta luminosità emettono un forte flusso luminoso quando sono alimentati; ancor di più in questo lampeggiatore dove vengono eccitati con forti correnti impulsive. Raccomando allora di non guardarli mai direttamente lungo la direzione di massima emissione, onde scongiurare possibili accecamenti temporanei. Ricordatevelo ogni volta che andrete ad alimentare il lampeggiatore. ❑

TABELLA 2

Caratteristica	TLC555	TS555	LMC555	TS3V555	unit
Supply Voltage	2 ÷ 18	2 ÷ 18	1,5 ÷ 18	2,7 ÷ 18	V
Supply Current (no load)	0,35	0,25	0,25	0,25	mA
Sink Current	100	100	50	—-	mA
Source Current	10	10	10	—-	mA
V_{OL} (sink current)	0,4 (8mA)	0,6 (8mA)	0,6 (8mA)	0,6 (8mA)	V
V_{OH} (source current)	4,1 (1mA)	4,4 (2mA)	4,4 (2mA)	4,4 (2mA)	V
Max Frequency	2,1	2,7	3	2 ÷ 2,7	MHz
Input Impedance	10^{12}	10^{12}	10^{12}	10^{12}	Ω
Rise Time (t_r)	75	25	15	25	nS
Fall Time (t_f)	60	20	15	20	nS
Threshold Current	$5x10^{-3}$	$10x10^{-6}$	$10x10^{-6}$	$10x10^{-6}$	µA
Trigger Current	$5x10^{-3}$	$10x10^{-6}$	$10x10^{-6}$	$10x10^{-6}$	µA

Tabella 2: confronto tra 4 Timer 555 versione CMOS

CODICE MIP 2756607

di DANIELE CAPPA IW1AXR

MONTARE UN rtx

La realizzazione di un RTX SSB monobanda HF, una guida per non ripetere i nostri errori...

Prima di iniziare è necessario un chiarimento... ovvero la risposta alla domanda di molti: perché autocostruire un RTX? E' un meta, un meta importante nel percorso formativo del Radioamatore. Da molti decenni non è più necessario autocostruire la propria stazione, anche la qualità, forse più la versatilità, del prodotto commerciale è difficilmente raggiungibile da un autocostruito, ancor più se la strumentazione disponibile è limitata. Sul mercato dell'usato si trovano modelli datati, ma validi... e abbiamo eliminato anche le motivazioni economiche. Dunque la spinta verso l'autocostruzione è esclusivamente personale, la soddisfazione di avere in stazione qualcosa che è uscito dalle nostre mani, e che non è il solito (!) microfono! A questo si affiancano altre motivazioni di tipo pratico, un RTX in HF è realizzabile anche con una strumentazione ridotta al minimo o autocostruita. La spesa totale raramente raggiunge quota 100 euro, se abbiamo la disponibilità di materiale proveniente da altre esperienze è possibile realizzarlo con pochi euro...

Figura 1: l'amplificatore a emettitore comune.

La seconda domanda riguarda le prestazioni, certamente modeste rispetto a un modello commerciale, la potenza è generalmente sotto i 10W, di solito è assente l'AGC (ma non sempre è un difetto...) e con esso lo Smeter, la sensibilità è buona e comunque paragonabile a qualsiasi RTX. Nella prima settimana successiva alla prima chiusura del primo ricetrasmettitore ho collegato, esclusivamente in RTTY e in PSK, alcuni paesi europei, ma anche un russo asiatico, con un qrb superiore ai 4500 Km. Siamo ora alla fine di ottobre 2007, i 20 metri sono praticamente chiusi e il trasmettitore fornisce

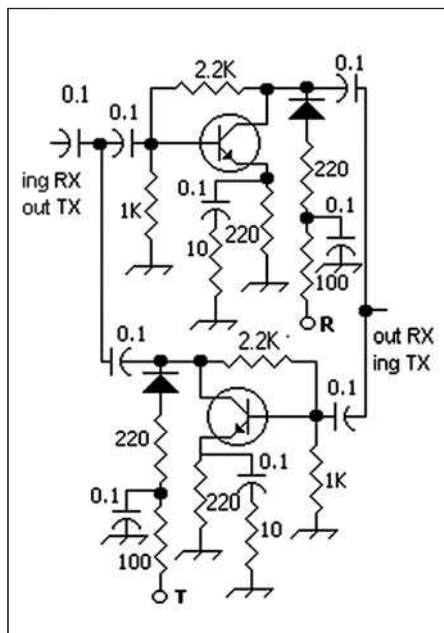



Figura 2: l'amplificatore bidirezionale.

ora solo "3 ottimistici watt". E' dunque necessario munirsi di una buona provvista di pazienza, poi arriveranno i primi risultati. Sono passati dei mesi (luglio 2008), è qualche giorno che Michele I1BMI ha finalmente il suo BiTx e ha già collezionato un buon numero di collegamenti, dapprima solo europei, poi Venezuela, Messico, Brasile. Il tutto con un dipolo e il BiTx, rigorosamente in fonia. In contrapposizione è lecita un'altra domanda: perché NON montare un RTX? A chi si avvicina al mondo della radio il montaggio di un piccolo ricevitore è stimolante, ci si sente comunque in grado di assemblare quei pochi componenti necessari alla sua realizzazione. Ovviamente non è così facile, un ricevitore è sicuramente uno dei montaggi più impegnativi e per la sua realizzazione è necessario un bagaglio di esperienza che solo dopo alcuni anni possiamo affermare di avere. Altrimenti, in caso di insuccesso, non avremo altro che il nostro dito accusatore a indicare l'ipotetico componente colpevole del mancato funzionamento dell'oggetto. Per evitare una esperienza di questo tipo è opportuno rivolgersi a un kit, oppure aggregarsi a un gruppo di amici che possano darci una mano. Il lettore sia consapevole che non è facile arrivare in fondo, il contenitore del mio primo RTX è stato chiuso più di un mese dopo la prima saldatura, passando per bobine riavvolte, modifiche, ricostruzione di interi stadi, ancora modifiche… Fa parte del gioco, prima o poi verrà riaperto per altre modifiche. Sicuramente per molti di noi la prima realizzazione iniziata, da adolescente, molti anni fa è stata un ricevitore. Io ho tentato la realizzazione del "piccolissimo '74", pubblicato su CQ Elettronica a novembre

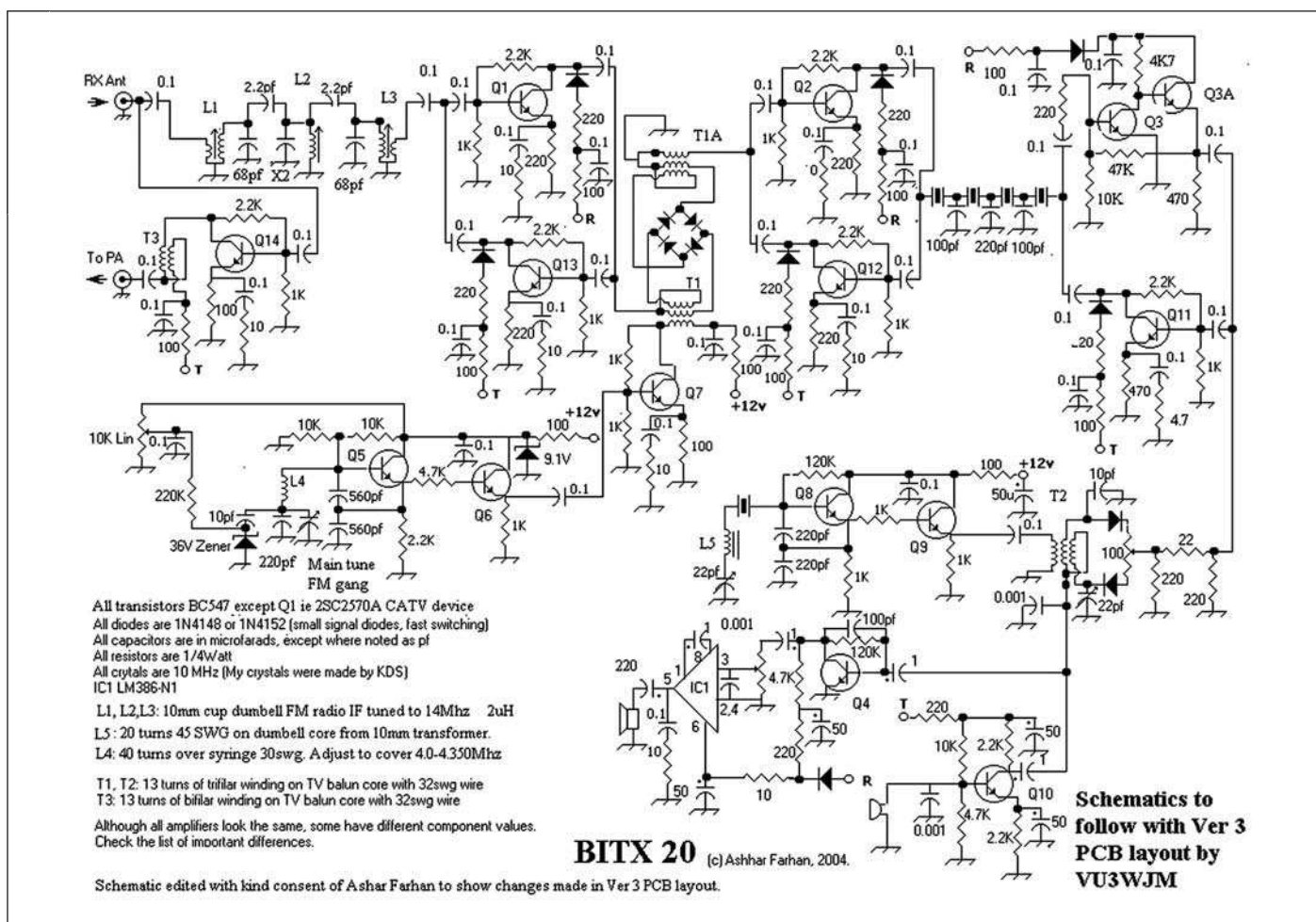



Figura 3: lo schema elettrico del ricetrasmettitore.

del 1974, si trattava di un superreattivo in VHF, pessima scelta… assemblato su una basettina di legno ovviamente non funzionò mai… riuscii e farlo funzionare solo 7 o 8 anni dopo, montato su un circuito stampato funzionò al primo colpo. Questo per chiarire che l'autocostruzione di un oggetto di media complessità come è un ricetrasmettitore è da affrontare a mente aperta, con la coscienza dei propri limiti e la disponibilità mentale ad allargare le proprie conoscenze grazie agli errori commessi durante la realizzazione, errori che inevitabilmente faranno perdere dei giorni, se non intere settimane. In questi frangenti la possibilità di trarre idee e confrontare la propria realizzazione con altri colleghi è fondamentale. In questo noi OM siamo avvantaggiati, ma è bene non trascurare le possibilità offerte dalla rete, anche solo per scambiare idee con colleghi che non sono a "portata di radio". Poter vedere le immagini di altre realizzazioni simili alla nostra può aiutarci a trovare l'errore, o fornire nuove idee. La realizzazione di un ricetrasmettitore in SSB non è banale (la ripetizione è assolutamente voluta), neppure semplice, spesso l'opera impiega mesi per vedere la luce. La pazienza e la disponibilità a rifare bobine, ricontrollare e modificare quanto già realizzato, o quanto altro è d'obbligo. Per un Radioamatore autocostruttore è una esperienza irrinunciabile, i primi momenti in cui dall'altoparlantino escono suoni decifrabili, non solo rumore, ricompensano delle serate passate sul tavolo del laboratorio in compagnia del saldatore. Per questo il lettore troverà in questo articolo molte info, ma non la lista dei componenti, lo schema elettrico è riportato, è corretto ed è l'originale di Ashhar Farhan. Non è stato ridisegnato, neppure modificato. Quanto leggerete non è un mio progetto, sono semplicemente alcune "note" circa una realizzazione impegnativa, ma dalla complessità non troppo elevata. Una realizzazione che può essere intrapresa da "quasi tutti", il lettore che sarà giunto alla fine della lettura deciderà se si tratta di una realizzazione alla sua portata. Non è nello stile del gruppo, e neppure il mio, "appropriarsi" di un progetto altrui e spacciarlo per ciò che non è, di seguito trovate tutte le informazioni del caso circa la genesi del progetto ed è notevole rilevare come il tutto abbia avuto origine in India. Da alcuni mesi questa testata pubblica dei progetti minuscoli che sono emersi durante la realizzazione di questo progetto, e probabilmente ne seguiranno altri, a conferma che la quantità di materiale è tale che la difficoltà si sposta da trovare documentazione verso la difficoltà nella scelta delle parti interessanti "sepolte" in mezzo ad altre centinaia.

Il mio BiTx20 americano.

Figura 4: la banda audio con tre diverse configurazioni del filtro a quarzi.

GLI ANTEFATTI

Veniamo a noi e agli eventi che hanno portato alla realizzazione di alcuni RTX, tutti fratelli, ma tutti diversi. La base è il progetto dell'indiano Ashhar Farhan e risale al 2004. Se fosse un software parleremo di open source, ma è un ricetrasmettitore, dunque possiamo dire che le modifiche si sono succedute da allora fino ad oggi, da parte di OM di tutto il

mondo, hanno portato a innumerevoli versioni. Praticamente ogni stadio del ricetrasmettitore è stato modificato, ne sono stati realizzati esemplari per i 17 metri, ma anche in 40 metri. Un progetto veramente aperto, dedicato a chi ha un minimo di esperienza, assolutamente sconsigliato a chi è alle prime realizzazioni o non possiede la necessaria dose di pazienza, tanta pazienza. Durante le chiacchierate serali, in FM, complice il PC acceso e la rete disponibile, è emerso il progetto indiano, realizzato con una tecnica curiosa quanto efficace e strana a vedersi che è il sistema manhattan, si tratta di un montaggio realizzato su una piastra (nuova) da circuito stampato, che funziona esclusivamente da supporto e da piano di massa e su cui vengono incollate (con colla cianoacrilica) delle piazzole, anch'esse realizzate con pezzetti di circuito stampato. Tutti incuriositi dal sistema adottato, cercando documentazione, leggendo quanto è stato realizzato in giro per il mondo abbiamo visto che il progetto principale è accompagnato da una serie di progetti che potremmo chiamare di contorno. Non solo accessori, ma anche un generatore quarzato in 20 metri con livello di uscita a -20dBm per tarare il ricevitore, un generatore provvisto di sweep per controllare la curva del filtro a quarzi utilizzando l'oscilloscopio, capacimetri, LC meter e soprattutto frequenzimetri, molti impiegano il "solito" PIC 16F84A. Insomma cercando qua e là sembrava davvero possibile realizzare un RTX SSB senza una strumentazione professionale e con una ragionevole certezza circa la buona riuscita dell'opera. Dopo un paio di mesi ecco il primo prototipo funzionante di Pino, IK1JNS.

Poi alcuni circuiti stampati ad opera di VU3SUA ordinati direttamente in India (13 euro per i due stampati con tanto di serigrafia dei componenti, le bobine a 10.7 già prive del condensatore e i supporti di ferrite per le bobine... http://www.cqbitx.blogspot.com) e il secondo esemplare funzionante. La filosofia di questo ricetrasmettitore è quantomeno originale: il nome, BITX20, richiama il fatto che sia... bidirezionale... ovvero tutti gli stadi in comune tra RX e TX sono doppi, una parte è alimentata solo durante la ricezione, l'altra solo durante la tra-

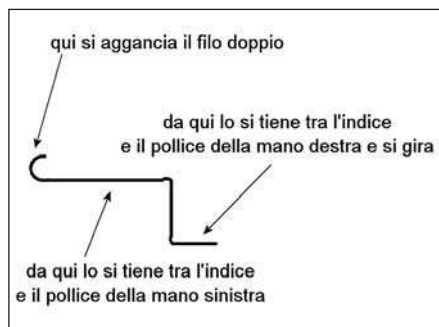
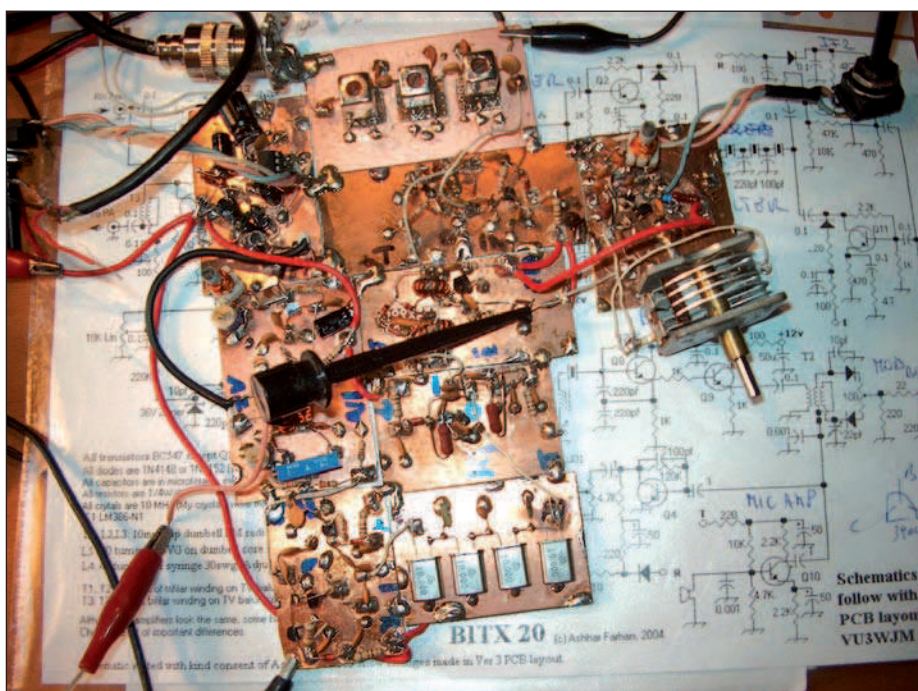



Figura 5: il Twistatore.

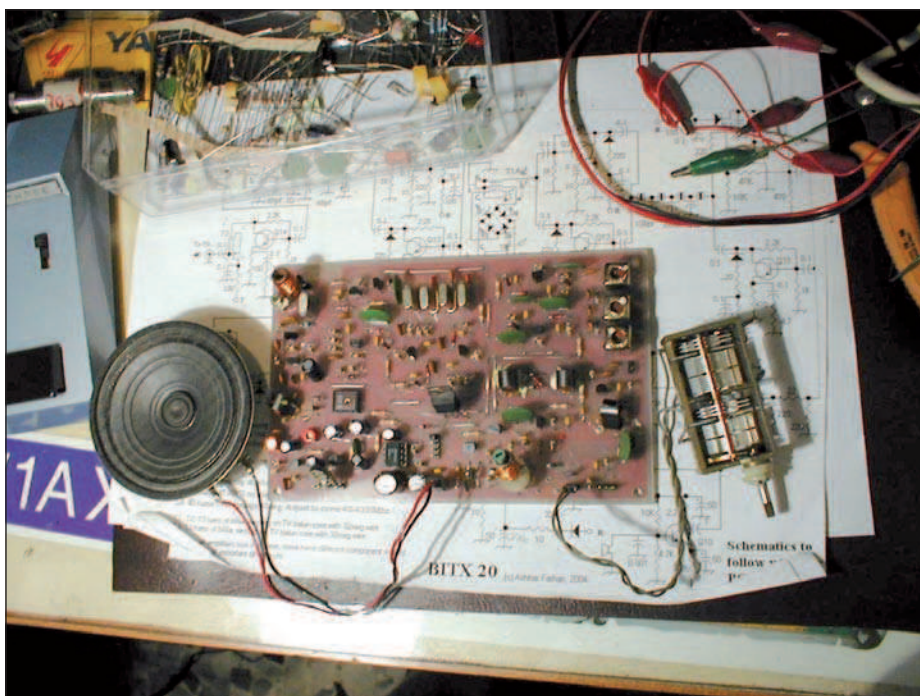
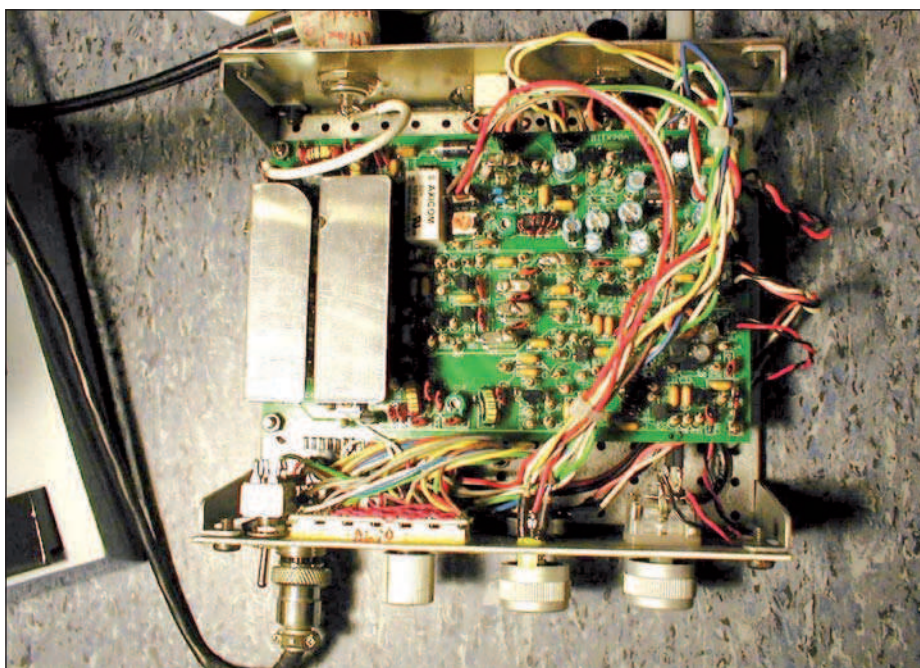
Altri due esemplari del BiTx americano.

Figura 6: il BiTx20 in versione indiana, con il citato frequenzimetro.

Il primo BiTx del gruppo montato da IK1JNS

smissione. Lo stadio che in questo momento è "spento" disturba solo in minima parte il fratello acceso. In particolare si tratta di stadi a emettitore comune con la polarizzazione di base ottenuta dal collettore (con questa configurazione si ottiene un lieve controllo automatico del guadagno). Nelle **figure 1** e **2** vediamo lo stadio singolo e i due amplificatori "gemelli" uno che funziona durante la ricezione e l'altro che funziona durante la trasmissione, collegati tra loro. Ingresso e uscita sono comuni, solo le due alimentazioni sono separate. La radio impiega per quattro volte questo principio, in particolare sono bidirezionali i due stadi prima e dopo il mixer, lo stadio di media frequenza a 10 (o 11) MHz tra il filtro a quarzi, il modulatore bilanciato e i due audio, in ricezione tra mixer-rivelatore-modulatore bilanciato, l'amplificatore audio e il corrispondente amplificatore microfonico in trasmissione. Il sistema, per quanto curioso, permette di sfruttare le parti non attive del ricetrasmettitore, quali il filtro a quarzi, il filtro di ingresso, i trasformatori a larga banda, il mixer e il modulatore bilanciato sia in ricezione quanto in trasmissione. Effettuando una sola taratura che sarà "ragionevolmente" valida in ricezione e in trasmissione. L'idea è geniale, non solo si risparmia su componenti come il filtro a quarzi, il filtro di banda, il mixer e il modulatore bilanciato ma si evitano moltissime commutazioni. Inoltre se uno stadio funziona in una direzione, ma non nell'altra, è molto più facile venirne a capo, anche impiegando esclusivamente il citato dito accusatore. Poi i componenti attivi utilizzati... tutti NPN, a parte un paio di eccezioni sono tutti 2N3904 o BC547, transistor che fino a pochi mesi fa avrei utilizzato solo in un microfono. Per assemblare il primo prototipo ho acquistato solo il finale e il pilota, il resto è uscito dai cassettini. Le prestazioni sono di tutto riguardo, monobanda SSB in venti metri (con un generatore di tono oppure spostando la frequenza del BFO può operare anche CW), potenza in trasmissione circa 6W (ne esistono versioni da 10 a 35W, il mio ovviamente non va oltre i 3, alimentandolo a 12V), ricevitore supereterodina a una conversione (non è un conversione diretta) con filtro a quarzi (di tipo ladder) in media (la media è 10 o 11MHz, secondo la versione e i quarzi disponibili), la sensibilità ottenuta è di tutto rispetto. I primi confronti sono stati fatti con un IC7400 e segnali che sull'Icom erano sotto S2 venivano perfettamente ricevuti dal BITX20, non male. Con il favore del cambio, e una spesa di 90$ (a fine marzo 2008), è possibile l'acquisto di un kit praticamente completo (www.qrpkits,com anche per la documentazione) dalle dimensioni ridottissime, solo 9 x 14 cm. fino ad ora, "pulito" da modifiche e correzioni, dotato di un buon manuale di istruzioni (in inglese ovviamente) di 37 pagine; a questo si aggiungono alcuni "video" che illustrano il montaggio e che sono scaricabili in rete, peccato che il servizio non sia al medesimo livello del kit. Sono passati alcuni mesi e i primi prototipi di questo kit sono stati montati, collaudati e inscatolati. I risultati sono più che buoni, una coppia di mosfet come finali garantiscono 10W di uscita, con l'alimentazione ai canonici

12,6V, la stabilità è eccellente tanto che è possibile l'uso in modi digitali già dopo una manciata di minuti dall'accensione. La presenza di un solo circuito stampato agevola il montaggio, riduce la possibilità di errori a tutto vantaggio delle dimensioni che sono davvero molto contenute. Dopo gli elogi al kit statunitense veniamo a noi e al "nostro" BiTx…

LO SCHEMA ELETTRICO

Anche qui una premessa, questo scritto vuole essere un invito all'autocostruzione, lo schema citato è l'originale di Ashhar Farhan (precisamente la versione 3, visibile nella **figura 3**), anche se il kit americano è più performante, con il cambio a nostro favore è ragionevolmente economico oltre che straordinariamente più piccolo nelle dimensioni! Il circuito è classico, il vantaggio del progetto sono le modifiche apportate dalla comunità radioamatoriale. L'antenna è applicata a un filtro passa banda a 14 MHz realizzato in origine con tre medie frequenze a 10.7 MHz a cui è stato eliminato il condensatore interno, la soluzione di utilizzare delle medie commerciali, o comunque bobine con il nucleo al posto dei due toroidi affiancati dai due trimmer capacitivi utilizzati nella versione americana permette di accorgersi se l'accordo avviene al limite della regolazione, cosa che con il trimmer non è possibile rilevare. Solo successivamente è emerso un problema sul filtro di banda del kit statunitense, il problema è nell'accordo del filtro che ha il suo picco in corrispondenza dei due trimmer C14 e C18 completamente aperti (capacità minima, circa 7 pF), in queste condizione è bene sostituire le due capacità da 82pF poste in parallelo ai trimmer (C13 e C20) con esemplari di valore più basso, 68 o 56 pF. Il difetto è avvertibile in ricezione perché il ricevitore è notevolmente sordo, ma è rilevabile anche in trasmissione perché la potenza erogata ad inizio gamma è normale, ma decade (anche in modo drammatico) verso fine gamma. Il kit statunitense non copre più di 180KHz, dunque una variazione sulla potenza di uscita valutabile intorno ai 10dB significa che il trasmettitore supera i 10W a 14.100 per scendere a 1W o meno a 14.250. Fa seguito un primo amplificatore bidirezionale (Q1 in RX e Q13 in TX) e il mixer a diodi (anche questi comuni 1N4148) a cui fa capo l'uscita del VFO, un altro amplificatore (Q2 e Q12) e il filtro a quarzi. Lo stadio successivo è composto da due transistor in ricezione (Q3 e Q3a) e da uno solo in trasmissione (Q11). Quindi ecco il modulatore bilanciato con il BFO (Q8 e Q9) che funziona come oscillatore di portante in trasmissione. Realizzato anche lui con un quarzo gemello a quelli del filtro, è provvisto di VXO per poter centrare agevolmente il corrispondente, andrà tarato 3-4 KHz più in basso della frequenza nominale del filtro a quarzi. Alcuni hanno montato due oscillatori per ottenere entrambe le bande laterali. Un sistema veloce per tarare questo stadio utilizza la scheda audio del pc… inseriamo il segnale in uscita del ricevitore già funzionante nell'ingresso linea del pc su cui sarà caricato uno dei tan-

Il mio primo BiTx durante il collaudo del ricevitore, la piastra è quella indiana.

Il BiTx americano quasi terminato.

ti programmi per PSK31 o simili, l'importante è che il programma visualizzi lo spettro audio proveniente dal ricevitore. Regoliamo ora il trimmer del BFO fino a ottenere il massimo segnale verso le frequenze più basse (verso sinistra nel monitor). Questa visualizzazione permette anche di apprezzare la larghezza del filtro a quarzi e eventuali difetti nella curva del filtro che saranno visibili come zone più scure. Lo spettro audio è solitamente più ampio di un ricevitore commerciale e si attesta su 3-4 KHZ, per questo la qualità audio è così buona. E' possibile modificare la larghezza di banda del filtro agendo sui tre condensatori verso massa, aumentandone il valore la banda passante diminuisce. In particolare la versione americana monta tra i quarzi del filtro tre condensatori (rispettivamente 82, 100 e 82 pF) mentre la versione indiana utilizza valori decisamente più elevati (120, 220 e 120 pF) la banda passante del Kit statunitense è piuttosto ampia, attestandosi su quasi 4 KHz, per questo è bene aumentare le tre capacità portandole a 120, 150 e 120 pF con cui si ottiene una più adeguata selettività con una larghezza di banda del filtro intorno ai canonici 2,7 KHz. A questo proposito è esauriente la banda passante audio che si ottiene osservando il monitor di uno dei tanti programmi per traffico digitale riportato in **figura 4**. Siamo finalmente ai due stadi audio, Q4 e IC1 in ricezione e Q10 quale preamplificatore microfonico. Il livello di uscita di questo stadio è in genere insufficiente e va aiutato da un preamplificatore microfonico supplementare. Sul kit statunitense è prevista l'alimentazione per una capsula microfonica a condensatore, se questa non è necessaria bisogna eliminare la resistenza R92 (4K7) e capovolgere il condensatore C60 (10microF) posto accanto ai due pin dell'ingresso microfonico. Sullo stampato indiano, se non si utilizza una capsula a condensatore, è necessario disaccoppiare l'ingresso con un condensatore. Il VFO è composto da Q5 quale oscillatore, Q6 e Q7 come buffer, ed è, come è facile intuire, il punto debole del progetto. Si tratta di un oscillatore libero da 4.000 a 4.350 MHz (un mega in meno se il filtro a quarzi è a 11 MHz). Questo stadio andrà realizzato con molta cura, meglio impiegando un fet al posto del transistor (Q5) e utilizzando esclusivamente condensatori NP0; andrà rigorosamente chiuso in una scatola che lo separi dal resto della radio. Magari utilizzando varicap, più reperibili, economici e piccoli del vecchio condensatore variabile. La versione americana impiega un variabile con dielettrico a polimeri e ha una stabilità straordinaria, dopo pochi minuti dall'accensione è possibile l'uso in SSB senza praticamente intervenire sulla sintonia. La stabilità entro l'ora dopo soli 4 minuti dall'accensione è inferiore ai 70 Hz, in pratica dopo 10 minuti è possibile persino l'impiego in PSK! Curiosa e molto performante, anche se la meccanica e l'aspetto estetico lasciano a desiderare, è il PTO, ho già pubblicato la sua descrizione su questa testata. Si tratta di un oscillatore libero in cui il numero del componenti è ridotto all'osso e la variazione di frequenza è ottenuta "avvitando" una comune vite da 5-6 MA all'interno della bobina. La stabilità ottenuta è eccellente, quasi incredibile, l'ingombro e il costo sono minimi e l'unica precauzione è quella di collegare a massa la vite che ha assunto il ruolo di comando di sintonia. Anche qui le modifiche si succedono… è stato realizzato un VXO partendo da un quarzo a 24 MHz. Valore con cui la conversione avviene per sottrazione anzichè per somma, ma il resto della radio non subisce modifiche (a parte la ritaratura del BFO che andrà realizzata, per USB, 3-4 KHz sopra la frequenza del filtro a quarzi) e l'escursione in frequenza è tale da coprire la sola sotto banda per in traffico in CW, oppure la fettina dedicata al digitale. Il modulatore bilanciato è anch'esso realizzato con due comuni 1N4148 (è possibile e vantaggioso impiegare due diodi veloci, BAT43 o simili), la portante è soppressa da uno degli avvolgimenti del trasformatore trifilare a larga banda che andrà dunque realizzato con cura e quanto più possibile simmetrico. A questo proposito è eccellente l'idea utilizzata sul kit americano di "twistare" i tre fili che compongono gli avvolgimenti del trasformatore; ovvero attorcigliarli su se stessi. Il sistema utilizzato è banale, si sagoma un pezzetto di fil di ferro da 2 mm di diametro a forma di manovella e in cima gli si fa un gancio, sicuramente la figura 5 elimina ogni dubbio. Si fissano tra loro i tre fili dell'avvolgimento da realizzare (lunghi 2 metri sono un valore accettabile), magari facendogli un nodo e lo si chiude in una piccola morsa. L'altro capo dei fili va fissato al "twistatore" appena realizzato e, tenendo i fili ben tesi, si inizia a girare la manovella, reggendo la parte dei fili con la mano sinistra si gira (contando i giri) con la destra. Vanno effettuati circa 30-35 giri ogni 10 cm di filo (8 giri per pollice), vale a dire 700 giri per i nostri due metri di filo. Arrivati alla fine, ci si impiega comunque pochi minuti, si tende un pochino la treccia così realizzata per distendere bene i fili e limitare per quanto possibile che l'avvolgimento si allenti. Il filo così realizzato basta

per la costruzione di tutte le bobine trifilari del ricetrasmettitore. I fili twistati hanno ovviamente tutti la medesima lunghezza, dunque i tre avvolgimenti saranno praticamente uguali tra loro, a tutto vantaggio del funzionamento. La banda laterale indesiderata è invece eliminata dal filtro a quarzi, di tipo ladder, impiega quattro quarzi a 10 (o 11) MHz. I due stadi in bassa frequenza sono, nella prima versione indiana, molto spartani. Un paio di transistor in più sulla versione statunitense eliminano alcuni "difetti congeniti", modulazione eccessivamente bassa e un fastidiosissimo rumore di commutazione, anche se l'uso di una cuffia ne risolve almeno uno. In ricezione si avverte, si entrambe le versioni, un fastidiosissimo rumore che interviene appena si alza il volume un pochino di più, non è un difetto dell'amplificatore audio come potrebbe sembrare, ma una parte della radiofrequenza che attraverso il trasformatore trifilare del modulatore bilanciato raggiunge gli stadi audio. Il rimedio è semplice, e non si capisce come mai nessuno citi il difetto che è evidente e presente su tutti gli esemplari che ho avuto modo di provare. La cura consiste nell'interrompere la pista che va dal trasformatore trifilare ai due condensatori elettrolitici da 1 microF (C8 a C77 per lo statunitense) e interporre una impedenza di blocco per la RF il cui valore dovrebbe essere intorno a 100 microH. La presenza dell'impedenza blocca completamente la componente RF lasciando passare senza problemi il segnale audio. Ora è possibile aumentare il volume fino al valore massimo (!) senza che intervenga alcun disturbo. L'inserimento di condensatori di fuga in questo punto è controproducente, causa infatti un netto degrado delle prestazioni del ricevitore. Passando dalla parte opposta del ricetrasmettitore troviamo uno stadio finale ibrido, il prepilota è nuovamente un BC547, o 2N3904 (Q14), cui fa seguito un 2N3866, o 2N2218, quindi un mosfet IRF510; questi ultimi due sulle piastre originali indiane trovano posto sullo stampato del lineare insieme a un insolito alimentatore a quasi 30V che alimenta solo il finale. Si tratta di una soluzione veloce per spremete più potenza dal finale, ma che impedisce di fatto l'uso in portatile del ricetrasmettitore. In questa zona la versione americana è sensibilmente diversa. Questo è sicuramente lo stadio più controverso, il kit statunitense impiega una coppia di IRF510 come finali e un'altra coppia di BS170 quali pilota. Gli stadi a larga banda che utilizzano dei mosfet richiedono la taratura iniziale della corrente di bias, dunque attenzione dalla posizione dei trimmer collegati ai gate, vanno posti tutti in senso antiorario (con cui non forniscono polarizzazione ai gate) e successivamente regolati misurando l'assorbimento del singolo mosfet e riferendosi a quanto esposto nelle note di taratura. E' infatti facilissimo "esagerare" fornendo una eccessiva polarizzazione al gate e distruggere in un attimo il mosfet, che è comunque un componente relativamente robusto. Successivamente è emersa una certa difficoltà nella regolazione della corrente di bias dei finali che sembra eccessiva e la regolazione a 20mA per i due pilota e 10-20mA ogni finale sembra una soluzione più ragionevole a tutto vantaggio della salute dei finali che scaldano molto meno.

IL MONTAGGIO

Come il lettore avrà capito non è mia intenzione descrivere il "mio BiTx", ma piuttosto metterlo in condizioni di poter realizzare in modo autonomo il "suo BiTx" riportando quanto emerso in questi mesi dalle chiacchierate serali, aiutandolo illustrando i problemi incontrati nel montaggio e proponendo le soluzioni che al momento sembravano le migliori. Questo approccio al progetto è supportato da una minima esperienza pratica basata su un campione di una decina di esemplari appartenenti a entrambe le versioni ora disponibili. La mia simpatia va verso lo stampato indiano, anche se il kit americano ha performance di potenza, stabilità e compattezza di tutto rispetto. Dopo la necessaria documentazione, a queste pagine dovranno inevitabilmente affiancarsi i progetti reperibili in rete, il lettore deciderà se realizzare il tutto come un prototipo, su circuito stampato autocostruito o se rivolgersi a un kit, in questi mesi lo stampato indiano è stato migliorato da un manualino di istruzioni che era sostanzialmente assente fino a qualche mese fa; la spedizione è rapida e dall'ordine all'arrivo del pacco, confezionato con tanta cura che gli ho fatto alcune foto prima di aprirlo, non passano più di tre settimane. Lo stampato è realizzato con cura, è provvisto di serigrafia, e sinceramente ritengo che non valga neppure la pena considerare di farsi lo stampato in casa… L'inizio dell'opera è controversa… io ho iniziato dal VFO, che comunque è lo stadio che richiede più attenzioni, mentre Pino IK1JNS ha preferito i due stadi audio, quali inizio e fine del trasmettitore e del ricevitore… ognuno agirà secondo le preferenze personali. Montare prima il ricevitore e successivamente aggiungere il trasmettitore è una buona scelta, permette una taratura agevole, durante il montaggio è possibile controllare il funzionamento di ogni singolo stadio non bidirezionale, ma comune tra RX e TX (in pratica il VFO, il BFO, il modulatore bilanciato, il mixer e due filtri). Quando tutto funziona si passa al trasmettitore con la certezza che quanto è in comune tra RX e TX è sicuramente funzionante. Il sistema adottato per il montaggio permette la realizzazione di ogni singolo stadio separato dagli altri, da ogni modulo usciranno quasi sempre solo sei collegamenti: ingresso e uscita (che essendo bidirezionale si invertono se il modulo è utilizzato in ricezione o in trasmissione) le due alimentazioni, il positivo in RX e quello in TX e ovviamente la massa comune ai segnali e alle alimentazioni. Il linearino sarà certamente l'ultimo stadio a essere realizzato, inizialmente sembrava che fosse il meno impegnativo, invece così non è stato. Partiamo dunque dal VFO, una breve ricerca sulla documentazione messa via anni fa, quando era normale realizzare un VFO, ed ecco schemi simili a quello utilizzato da Ashhar Farhan, alcune ricerche in rete, le modifiche per utilizzare un varicap o il PTO. Anche l'utilizzo del circuito utilizzato nel kit americano è una buona idea. L'importante è utilizzare sempre componenti di ottima qualità, i condensatori devono assolutamente essere a mica oppure NP0, utilizzando altri condensatori otterremo un oscillatore al cui instabilità sarebbe, per gli usi moderni, inaccettabile. Il mio primo BiTx impiega un varicap unito a un potenziometro a 10 giri munito di manopola contagiri. Non è una soluzione economica, ma il materiale era disponibile in casa. Ho ancora dubbi circa le prestazioni di questo stadio e la sua sostituzione con un PTO è stata rimandata solo perché non ho molta voglia di rifare il pan-

nello anteriore… Qualunque sia lo schema utilizzato, ma il PTO che ho precedentemente illustrato su questa testata offre sicuramente il miglior rapporto prestazioni/impegno, va ora tarato: è l'unico stadio che richiede l'uso di un frequenzimetro, che potremo comunque sostituire con un ricevitore HF opportunamente sintonizzato oppure con un frequenzimetro a PIC da impiegarsi poi sullo stesso BiTx. La frequenza di funzionamento dipende dai quarzi che utilizzeremo per il filtro a quarzi, da 4,000 MHz in su con filtro a 10 MHZ, uno in meno con filtro a 11 MHz. Qui dobbiamo stabilire la copertura in frequenza che riteniamo più utile al traffico che intendiamo svolgere. Ovviamente una ampia escursione di frequenza significa una sintonia più critica e tendenzialmente una minore stabilità. La parte più impegnativa è la realizzazione delle bobine, nel kit americano sono forniti fili smaltati di diverso colore che agevolano la realizzazione degli esemplari a due o tre avvolgimenti. Tutta la realizzazione è da eseguire con molta cura e moltissima attenzione, questa è assolutamente indispensabile in tutte le operazioni di montaggio, ma nell'avvolgimento delle bobine è di vitale importanza, la facilità di taratura, la stabilità del VFO e le performance generali fornite dal futuro ricetrasmettitore dipendono per buona parte da questa operazione che è sicuramente la più lunga di tutta l'opera. Vediamole singolarmente:

- **VFO** L4 per l'indiano, 40 spire filo diametro 0,25 mm avvolte su un supporto plastico da 10 mm. L7 per lo statunitense, 50 spire filo 0,15 avvolte su un toroide Amidon T37-6 di colore giallo, quest'ultima soluzione è sicuramente preferibile, il toroide fornisce una maggiore stabilità all'oscillatore.
- **BFO** L5 per entrambe le versioni, 20 spire filo 0,05 mm su supporto di ferrite da 10 mm, è quasi impossibile da realizzare con queste caratteristiche… molto meglio utilizzare la soluzione americana che impiega una bobina commerciale da 8,2 microH. Oppure utilizzare un supporto plastico da 10 mm su cui avvolgeremo 35 spire di filo da 0,3 mm, fine, ma più agevole da maneggiare.
- Trasformatori trifilari del **mixer a diodi e del modulatore bilanciato**, T1, T1A e T2 per l'indiano, T4, T5 e T6 per l'americano. Qui l'approccio delle due versioni è diverso, sebbene non si notino sostanziali differenze di funzionamento. La piastra indiana è accompagnata dai nuclei previsti dal progetto originale e i tre trasformatori sono avvolti con 13 spire trifilari da 0,20 mm su nuclei binoculari per balun TV. Bisogna prestare attenzione ai collegamenti sullo stampato, sbagliare il verso di un avvolgimento significa non sentire nulla nel ricevitore. Il kit americano è più chiaro riguardo ai collegamenti e i tre trasformatori sono realizzati utilizzando tre nuclei toroidali FT37-43 su cui sono avvolte 8 spire del cavo trifilare precedentemente twistato, il filo è da 0,30mm. I tre colori dei fili smaltati aiutano a non confondere gli avvolgimenti. La soluzione dei toroidi è da preferirsi e questi sono comunque reperibili praticamente in ogni fiera. Non sono state effettuate prove a riguardo, ma i due schemi sono praticamente identici, dunque le due soluzioni sono compatibili tra loro.
- **Filtro di banda a 14 MHz**, qui è uno dei problemi del kit statunitense che potrebbe avere la frequenza centrale del filtro lievemente più bassa del necessario, il filtro è realizzato con nuclei toroidali Amidon T37-6 di colore giallo (L4 e L6) avvolgendo 18 spire del solito filo da 0,3 mm a cui si affiancano i due trimmer. In altre righe ho già discusso del problema. L'indiano utilizza tre nuclei per medie frequenze a 10,7 Mhz a cui è stato rimosso il condensatore.
- Il pre-driver successivo è l'ultimo stadio del BiTx indiano prima del lineare che è esterno, prevede un avvolgimento bifilare (13 spire, filo da 0,20mm) sul solito nucleo binoculare va balun TV. Qui l'americano prevede 8 spire bifilari da 0,30 mm sul nucleo FT37-43. da qui in poi le due versioni sono molto diverse. I due amplificatori lineari hanno un diverso approccio, l'indiano prevede, per il solo finale, una tensione di alimentazione molto alta, circa 24V, mentre l'americano ottiene gli stessi risultati, e qualcosa in più, utilizzando due finali alimentati ai più normali 12V. I due Kit sono forniti delle istruzioni del caso, a cui rimando per quanto riguarda i due stadi finali, è evidente che la versione indiana è molto meno performante, se l'alimentazione del finale è limitata ai normali 12V, anche se alimentandolo a soli 15V la resa inizia ad essere più interessante a passa da 2-3W a 5-6W, lievemente meno del kit statunitense, ma perfettamente in grado di fornire grandi soddisfazioni. E' certo che le modifiche apportate da Hendrix risolvono brillantemente quello che è l'aspetto più evidente del progetto originale, anche se il tutto è realizzato impiegando quattro mosfet, un fet e un transistor dove l'indiano aveva previsto due soli transistor e un mosfet. Per contro è necessario puntualizzare che i mosfet utilizzati come finali in entrambe le versioni sono dei IRF510, componente da commutazione del valore di circa un euro. L'intero gruppo dei finali nella versione statunitense, i quattro mosfet e i componenti di contorno, non comportano un investimento molto superiore a 10 euro. All'uscita del lineare è presente un filtro passa basso il cui compito è quello di eliminare, o attenuare il più possibile, le armoniche emesse. I due filtri sono realizzati con materiali molto diversi… l'indiano utilizza nelle versione originale due guarnizioni in gomma da rubinetto (quelle con il buco…) su cui sono avvolte le due bobine come se si trattasse di un toroide. Sono comunque riportati i valori delle induttanze, dunque è sufficiente un software adatto (es. radioutilitario di I4HJG, che effettua anche le conversioni AWG) per calcolare l'induttanza necessaria utilizzando quanto è disponibile nei cassettini.

MODIFICHE E AGGIUNTE

La filosofia "aperta" del progetto fa si che le idee di modifiche si succedano in continuazione, prima o poi dovrò chiudere l'articolo e spedirlo in redazione… anche se così facendo abbandono il lettore che dovrà cercare le informazioni via via necessarie in modo autonomo. Due statistiche circa la stesura di questo pezzo, tecnicamente non c'entra nulla, ma è un buon esempio dell'approccio a un progetto di questo tipo. Questo articolo è stato iniziato a settembre del 2007, ora siamo a metà giugno 2008 e queste righe fanno parte dell'ottantesima revisione; nel testo avrete letto altri riferimenti temporali che sono stati riportati via via che l'esperienza aggiungeva nuovi elementi e questi venivano riportati sul testo. L'ultima novità (!) è un progettino che unisce un frequenzimetro, sul cui display compare anche uno Smeter, in unione a un Huff

Puff. A tutt'oggi è ancora da realizzare, ma le premesse sono più che buone. Il frequenzimetro non ha bisogno di presentazioni, costruito intorno a un Pic 16F84 che pilota un display LCD a due righe per 16 caratteri, è aiutato da un convertitore A/D che permette al pic di leggere la tensione presente su un rudimentale AGC. Il tutto è accompagnato da un Huff Puff… si tratta di un anello, quasi si trattasse di un PLL, che "corregge" la deriva del VFO. La cosa avviene molto lentamente e il sistema funziona solo se il VFO da solo ha già una discreta stabilità. Schemi simili ne abbiamo visti molti, alcuni semplici e altri meno. E' solo uno dei tanti sviluppi che prima o poi verrà realizzato. Fermandosi al frequenzimetro è ottimo per l'uso con il BiTx la versione pubblicata da ik3oil nel maggio del 2000 su Radio Rivista, la possibilità di sommare, o sottrarre, il valore della media frequenza dalla lettura del VFO rende possibile non solo avere la lettura diretta della frequenza, ma anche correggere eventuali scarti di frequenza sul valore della conversione. L'utilizzo di un pic e del display lcd è comune su moltissimi progetti, non solo di accessori per ricetrasmettitori qrp, ma anche su quei piccoli strumenti amatoriali quali analizzatori di antenna, LC meter e ovviamente il citato frequenzimetro, che può essere vantaggiosamente utilizzato anche nella procedura di taratura del VFO. Per contenere le spese esistono progetti del tutto analoghi che utilizzano 4 o 5 display a 7 segmenti, l'importante è verificare sempre che il progetto prescelto abbia la possibilità di sommare, o sottrarre, il valore della media frequenza a quello letto sul VFO. Questo per avere la comodità di leggere direttamente sul display la frequenza sintonizzata, la mia preferenza va al frequenzimetro esterno, in modo da poter sfruttare lo stesso strumentino su ricetrasmettitori diversi. Quello visibile nella figura 6 è stato realizzato anni fa per essere utilizzato in unione a un vecchio TS700 Kenwood fornito di transverter in 6 metri, l'articolo completo della modifica, pubblicato a suo tempo sulla scomparsa Elettronica Flash, è reperibile su www.iw1axr.eu , lo schema utilizzato è quello citato di ik3oil. L'impiego di display a led non solo è più reperibile ed economico, ma permette di ridurre le dimensioni del pannello anteriore, quindi del contenitore, un cui troverà casa il ricetrasmettitore. Il modulo LCD è infatti di dimensioni generose e non sempre è possibile inserirlo sul pannello che è già piuttosto affollato. Nell'esemplare di Michele I1BMI/EA8DT, e nei successivi, ho utilizzato un frequenzimetro derivato dal kit indiano, su progetto di DL4YHF, impiega un pic 16F628 e 5 display a led a cui è stato aggiunto un sesto display che visualizza semplicemente "l'uno" a sinistra, per puro gusto estetico. Al frequenzimetro originale (anche questo è disponibile nella versione indiana del kit a 20$ comprese le spese di spedizione) è stato aggiunto un preamplificatore a fet, che non "carica" il VFO. Uno dei vantaggi di questo progetto è il clock a 20 MHz, sufficientemente alto rispetto alla frequenza di funzionamento del BiTx, quasi non reca alcun disturbo al ricevitore; gli esemplari che utilizzano clock a 4 MHz provocano disturbi rilevanti, che si aggiungono a un paio di "fischietti" congeniti del BiTx. E' comunque buona norma in questo tipo di ricetrasmettitori prevedere un interruttore per spegnere il frequenzimetro. Questo modello è in grado di effettuare la somma o la sottrazione del valore di media, in questo caso il VFO è a 3 MHZ ed è effettuata la somma di 1 MHz, affinché il display visualizzi 4.xxxx che con l'uno a sinistra diventano 14.xxxx con cui si ottiene un ottimo effetto estetico unito a una altrettanto buona comodità operativa permettendo la visualizzazione anche delle centinaia di Hz. Utilizzando infatti solo 5 display e utilizzando il valore di media vero (11 Mhz) la visualizzazione avviene fino al KHz, 14.xxx perdendo l'ultima cifra. In questo modo ne è stato realizzato uno che abita in una scatola le cui dimensioni lo contengono al millimetro. Su questo frequenzimetro particolare sono fornite le istruzioni per modificare della eeprom del PIC in cui risiedono i valori di media, inoltre possiede una routine che setta il valore di media a quello letto in ingresso. E' dunque sufficiente inserire in ingresso al frequenzimetro l'uscita del BFO, entrare in modalità setup, sommare il valore letto dal BFO per avere automaticamente l'esatto valore della media frequenza del nostro ricetrasmettitore. Successivamente si sposterà ovviamente l'ingresso del frequenzimetro sull'uscita del VFO (il lato caldo di R27 per lo statunitense). All'inizio ho citato l'assenza di uno strumentino che simuli uno Smeter, anche a questo riguardo sono disponibili innumerevoli soluzioni, quasi tutte sfruttano il livello audio disponibile all'ingresso del potenziometro del volume, data l'assenza di AGC il livello di questo segnale è ragionevolmente paragonabile al livello del segnale in antenna, dunque un paio di transistor e uno strumentino recuperato da un vecchio cb potrebbero fornire al BiTx il sospirato indicatore.

RINGRAZIAMENTI

Una realizzazione di questo livello è sicuramente portata avanti da un gruppo di amici, ecco dunque i dovuti ringraziamenti a…

Pino IK1JNS, primo a "scoprire" in rete informazioni sul BiTx20 e ad iniziare il montaggio del prototipo in "manthattan style" nei primi giorni dell'agosto 2007.

Salvo IW1AYD, refrattario a questi montaggi, ma insostituibile traduttore e cercatore di informazioni.

Dario IK1BLK, che solo ieri ha "quasi terminato" il BiTx dopo una gestazione durata 10 mesi…

Michele I1BMI e EA8DT (beato lui), per cui ho montato uno dei kit statunitensi e che ha permesso di capire tante cose su questo progetto. Senza dubbio tra noi è questo l'esemplare più attivo, Michele si è dedicato per molti giorni al confronto tra il BiTx e il suo Kenwood, Filtri, DSP e simili a parte, il piccolino si difende estremamente bene.

Paolo I1VVP, autocostruttore senior, dall'alto delle sue otto decadi abbondanti è di esempio per tutti. Il primo che dice che è un lavoro da giovani…

Poi le vittime delle prove in radio, oltre ai citati ancora Beppe, IW1EGO, Marco, IW1DGK, Silvio, IK1BQD.

E ancora tutti i colleghi che hanno deciso di rendere pubbliche le loro prove, complete di successi e di insuccessi da cui abbiamo attinto nei momenti di difficoltà, o semplicemente quando il saldatore non aveva la giusta temperatura. ❑

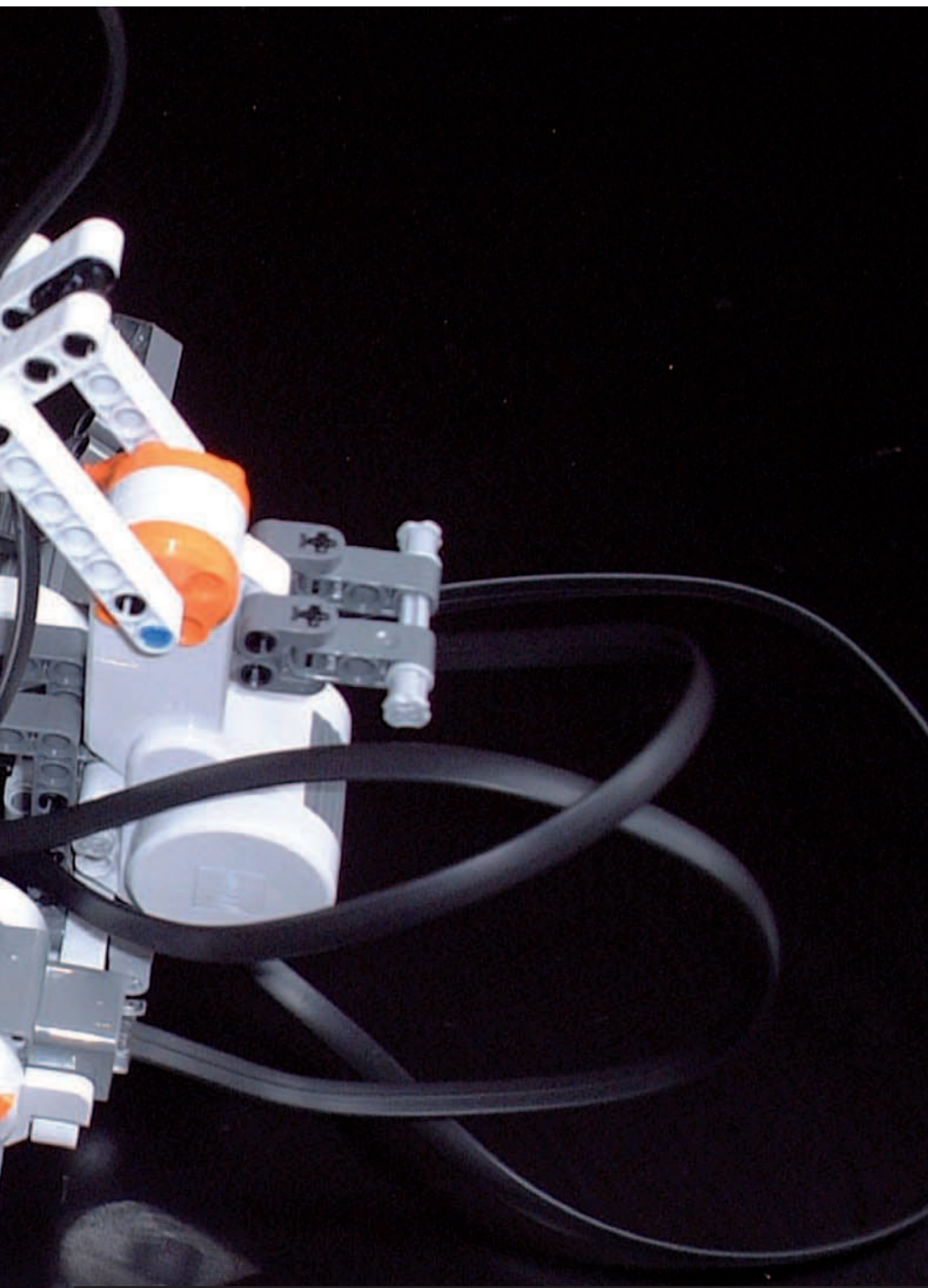
CODICE MIP 2756561

ROBOTZone

di FRANCO TEDESCHI e NICOLA DE CRESCENZO

In questo numero ci occuperemo della gestione avanzata dei sensori ed introdurremo l'uso delle subroutine e delle funzioni; vedremo inoltre come è possibile programmare Lego Mindstorms per realizzare un Line Follower, utilizzando poche righe di codice ed un solo sensore di luminosità

PROGRAMMARE i LEGO MINDSTORMS *(parte terza)*

la gestione DEI SENSORI

I sensori permettono al robot di acquisire delle informazioni dall'ambiente esterno e fondamentalmente, convertono una grandezza fisica a cui risultano sensibili, in una grandezza elettrica ad essa proporzionale; in altre parole, il sensore "traduce" la grandezza fisica in un parametro elettrico compatibile con gli ingressi del microcontrollore che governa l'RCX. Il nome sensore è di derivazione anglosassone, mentre la dizione italiana più corretta per questo tipo di componenti sarebbe quella di trasduttore. I kit lego mindstorm dispongono nella loro dotazione standard, di un sensore al tatto e di un sensore di luminosità, mentre è possibile acquistare separatamente un sensore di temperatura e un sensore di rotazione. Esaminiamo brevemente le loro caratteristiche.

SENSORE DI LUMINOSITÀ

È anch'esso, un mattoncino 4x2 dotato, su uno dei lati corti, di un LED emettitore a luce rossa e di un fotodiodo in grado di fornire all'RCX un valore proporzionale all'intensità della luce riflessa ricevuta. Questo dispositivo è in grado di riconoscere variazioni di luminosità da 0,6 a circa 760 Lux; in questo modo è possibile puntare il sensore in una direzione e distinguere i diversi gradi di intensità dell'oggetto su cui stiamo puntando. Questa proprietà è utile, ad esempio, per creare un robot che segua una linea sul pavimento. Per default questo sensore lavora in modalità percentuale, vale a dire che fornisce un valore compreso tra 0 e 100, ma come per altri tipi di sensori, il suo funzionamento può essere controllato in modo che, ad esempio, funzioni in raw mode o in boolean mode; fra breve, chia-

Figura 1: il sensore di luce

Figura 2: il sensore di contatto.

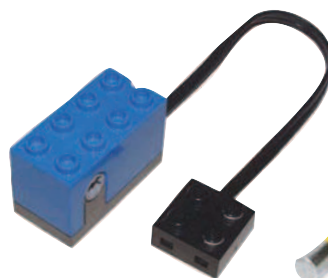



Figura 3: il sensore di rotazione.

Figura 4: il sensore di temperatura.

riremo il significato di queste configurazioni operative.

SENSORE DI CONTATTO

I sensori di contatto sono dei mattoncini 3x2, che presentano, da un lato, un piccolo pulsante: pertanto, possono fornire all'RCX due valori corrispondenti agli stati di pulsante: "premuto" o "non premuto". Questo tipo di sensore può essere utilizzato, ad esempio, per riconoscere quando il nostro robot incontra un ostacolo, oppure come pulsante per comandare particolari funzioni del robot stesso

SENSORE DI ROTAZIONE

Il sensore può leggere 16 posizioni di rotazione. Può essere calibrato dall' RCX per fornire l'angolo in gradi o in frazioni (espresse in sedicesimi) di rotazione.

SENSORE DI TEMPERATURA

Questo sensore consente di acquisire la temperatura ambiente. E' in grado di lavorare nel campo –20 ÷ 70 C° con una buona precisione. Con i sensori che abbiamo descritto è possibile realizzare diversi anelli di controllo: è possibile ad esempio, capire quando il robot urta un ostacolo, riconoscere delle tracce cromatiche, rilevare la temperatura, misurare con precisione il movimento delle ruote etc…

LA GESTIONE DEI SENSORI

Nella scorsa puntata abbiamo visto le modalità di utilizzo dello statment SetSensor(sensor, configuration) ed abbiamo visto che i sensori sono denominati SENSOR_1, SENSOR_2 e SENSOR_3, dove il numero indica a quale porta di input è connesso il sensore, mentre la parola configuration definisce il tipo di sensore ed il suo modo operativo. In questo numero apprenderemo delle tecniche di gestione più avanzate. Diciamo innanzitutto che nel linguaggio NQC per gestire correttamente un sensore, bisogna fare due cose: definirne il tipo e la modalità in cui opera. Impostando queste proprietà separatamente, si può controllare il comportamento del sensore in modo molto preciso. Il tipo del sensore viene impostato con l'istruzione `SetSensorType()`: NQC mette a disposizione cinque tipi differenti:

`SENSOR_TYPE_TOUCH`, per il sensore al tatto;
`SENSOR_TYPE_LIGHT`, per il sensore alla luce;
`SENSOR_TYPE_TEMPERATURE`, per il sensore termico
`SENSOR_TYPE_ROTATION`, per il sensore di rotazione;
`SENSOR_TYPE_NONE`, usato per un sensore generico di tipo passivo;

La modalità del sensore viene invece impostata con l'istruzione `SetSensorMode()`.

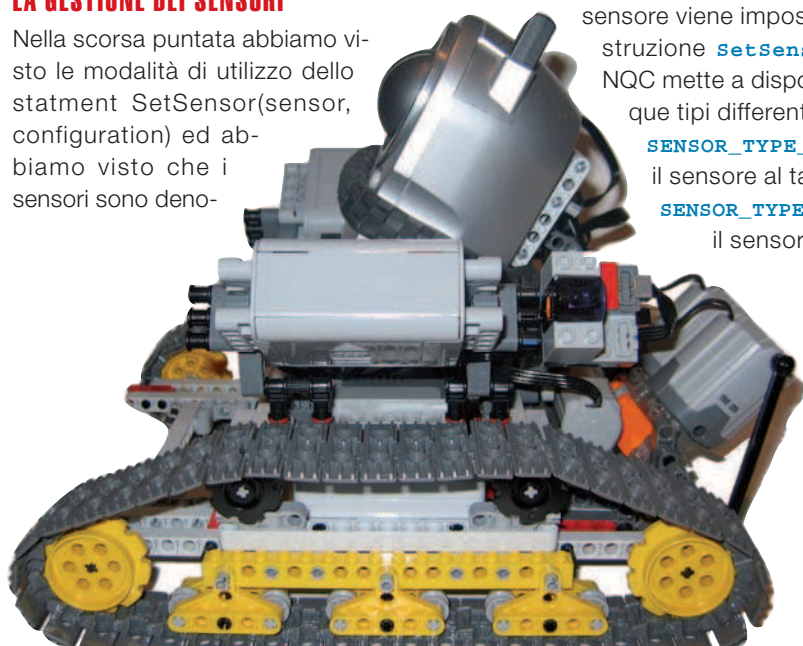
Esistono 8 modalità operative diverse. La più importante è sicuramente `SENSOR_MODE_RAW`. In questa modalità, il valore che si ottiene controllando il sensore è un numero compreso tra 0 e 1023: questo numero rappresenta il valore "grezzo" prodotto dal sensore o più precisamente dal convertitore AD incorporato nell' RCX. Il significato di questo valore dipende dal tipo di sensore utilizzato. Per esempio, per il sensore di luminosità, il valore si trova generalmente tra 300 (molto chiaro) e 800 (molto scuro). Ciò fornisce un'indicazione molto più precisa rispetto a quella che si ottiene usando l'istruzione `SetSensor()`.

Vediamo subito un esempio applicativo:

```
task main()
{ SetSensorType(SENSOR_3, SENSOR_TYPE_LIGHT);
 SetSensorMode(SENSOR_3, SENSOR_MODE_RAW  );
 while(1)
 {
 SelectDisplay(DISPLAY_SENSOR_3);
 }
}
```

Questo programma configura il sensore applicato sull'ingresso 3 come sensore di luminosità e ne definisce la modalità operativa "RAW" ovvero grezza; il valore prodotto dal sensore o meglio dal convertitore AD, viene poi visualizzato in modo continuo sul display attraverso l'istruzione SelectDisplay(DISPLAY_SENSOR_3).

In questo caso bisogna tener presente che per visualizzare in modo corretto il valore, bisogna premere il tasto nero View dell' RCX fino a che la freccina "^" del display non punta sull' input 3 del sensore. La seconda modalità è `SENSOR_MODE_BOOL`. In questa modalità, i valori che si ottengono sono binari, ovvero possono valere o zero o uno.

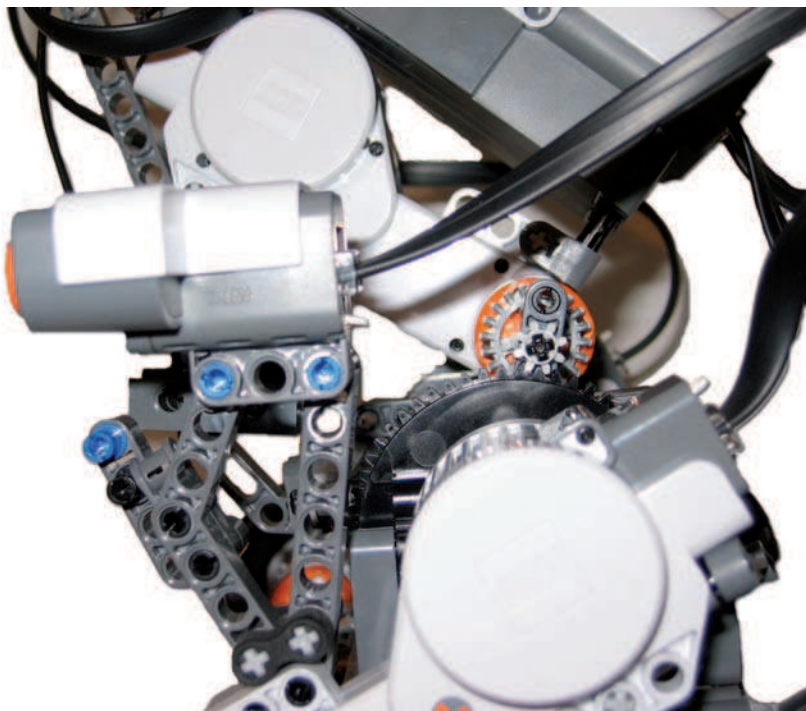
Quando il valore grezzo supera il valore di 562 il sensore restituisce 0, altrimenti se

LISTATO 1

```
#define ISTERESI 5
int pavimento,linea;
task main()
{
     Configurazione();
     Calibrazione();
     Vai_Avanti();
     while(true)
             {
                 Segui_Linea();
             }
 }
void Configurazione()
{ SetSensor(SENSOR_1,SENSOR_TOUCH);
  SetSensor(SENSOR_2,SENSOR_LIGHT);
}
void Calibrazione()
{
      Controlla_Sensore_Tatto(); // pressione sensore x
lettura lux pavimento
      pavimento=SENSOR_2;
      Controlla_Sensore_Tatto(); // pressione sensore con-
tatto x lettura lux linea
      linea=SENSOR_2;
      Controlla_Sensore_Tatto(); // pressione sensore tat-
to x avvio marcia
}
void Vai_Avanti()
{
  OnFwd(OUT_A+OUT_C);

}

void Controlla_Sensore_Tatto()
 {
      PlaySound(SOUND_DOUBLE_BEEP);
       while (SENSOR_1==0); // attende finché il sensore
viene premuto
      while (SENSOR_1==1); // attesa  finché il sensore è
rilasciato
  }
void Gira_Sx()
   {
    Off(OUT_A);
    OnFwd(OUT_C);
   }

void Gira_Dx()
   {
    Off(OUT_C);
    OnFwd(OUT_A);
   }
void Segui_Linea()
{
    if (SENSOR_2<=pavimento-ISTERESI)
        Gira_Dx();
     else if (SENSOR_2>=linea+ISTERESI)
        Gira_Sx();
     else
        Vai_Avanti();
}
```

il valore grezzo è inferiore a 460 restituisce 1. **SENSOR_MODE_BOOL** è la modalità predefinita per un sensore al tatto. Le modalità **SENSOR_MODE_CELSIUS** e **SENSOR_MODE_FAHRENHEIT** sono usati solo con i sensori termici e forniscono una temperatura utilizzando la gradazione indicata del nome. **SENSOR_MODE_PERCENT** converte invece il valore grezzo in un valore tra 0 e 100. Un valore grezzo di 400 o inferiore restituisce 100 percento. Man mano che il valore sale, la percentuale si avvicina a 0. **SENSOR_MODE_ROTATION** è invece una modalità utilizzabile solo con il sensore di rotazione. Esistono inoltre altre due interessanti modalità: **SENSOR_MODE_EDGE** e **SENSOR_MODE_PULSE**. Queste contano le transizioni, ovvero i passaggi da un valore alto ad uno basso e viceversa.
Per esempio, la pressione di un sensore al tatto provoca un passaggio del sensore da un valore alto ad uno basso. Quando si rilascia si ottiene poi un'altra transizione. Quando si imposta la modalità **SENSOR_MODE_PULSE**, vengono contati solo i cambiamenti da un valore basso ad uno alto. Quindi ogni pressione e rilascio valgono per uno.
Quando invece si imposta a **SENSOR_MODE_EDGE**, vengono contate entrambe le transizioni: quindi pressione e rilascio valgono per due.

LE SUBROUTINE

A volte si ha bisogno di utilizzare lo stesso frammento di codice in diversi punti del programma: in questi casi, si possono accorpare le istruzioni comuni in una subroutine e dare loro un nome.
Si potrà quindi eseguire il pezzo di codice semplicemente chiamandolo per nome da un task.
Le subroutine sono fondamentali per due motivi: innanzitutto perché ci permettono di suddividere il programma principale in più parti e lo rendono più comprensibile; in secondo luogo perché permettono il riutilizzo di segmenti di codice. Il linguaggio NQC, per restrizioni legate alla gestione dello stack dell'RCX consente di usare in un programma fino ad un massimo di 8 subroutine. Una subroutine viene dichiarata con la parola chiave sub seguita rispettivamente dal nome e da una coppia di parentesi tonde; la sintas-

si per la definizione è quindi la seguente:

```
sub nome()
 {
 // corpo della subroutine
 }
```

Una subroutine viene invece chiamata scrivendo semplicemente il suo nome seguito da due parentesi. In questa maniera, assomiglia a molte delle istruzioni che abbiamo visto finora. Non ci sono parametri, quindi non dobbiamo inserire nulla tra le parentesi. Per l'uso corretto delle subroutine nel linguaggio NQC sono necessari però alcuni accorgimenti: per esempio, una subroutine non può chiamare un'altra subroutine; esse possono essere chiamate da task diversi ma ciò non è consigliabile poiché la stessa subroutine potrebbe essere in esecuzione due volte nello stesso momento, provocando comportamenti non previsti.

LE FUNZIONI INLINE

Il grosso vantaggio delle subroutine è che devono essere memorizzate una volta sola nell'RCX e ciò permette di risparmiare molta memoria. Quando però le subroutine sono brevi, è meglio usare delle inline function. Queste non sono memorizzate separatamente, ma copiate in ogni punto in cui vengono usate. Ciò porta ad occupare più memoria, ma non crea potenziali problemi come nel caso delle subroutine. Inoltre, non c'è limite al numero di inline function che possono essere utilizzate. Una inline function viene dichiarata con la parola chiave void seguita rispettivamente dal nome della funzione e da una coppia di parentesi tonde;

```
void nome(argument_list)
{
// corpo della funzione
}
```

Una funzione viene invece chiamata scrivendo semplicemente il suo nome seguito da due parentesi. Le inline function hanno un grosso vantaggio rispetto alle subroutine: possono avere argomenti. Questi possono essere usati per passare dei valori di certe variabili. Per esempio, in un programma possiamo far sì che alla function venga passato il valore di uno o più parametri. Approfondiremo questo importante aspetto nelle prossime puntate. Bene, ora mettiamo in pratica quello che abbiamo imparato sull'uso delle funzioni!

UN LINE FOLLOWER

Facciamo si che il nostro robot sia in grado di seguire una striscia di colore nero tracciata in modo casuale sul pavimento, realizzata per esempio con del comune nastro adesivo per elettricisti. Il programma è riportato nel **listato 1**. Analizziamo il codice: all'interno del task main sono richiamate la funzione Configurazione(), attraverso la quale vengono settati i sensori e la funzione Calibrazione(), attraverso la quale i valori della luminosità acquisiti dal sensore ad infrarossi, vengono assegnati rispettivamente alle variabili di tipo intero, pavimento e linea. La fase di calibrazione è particolarmente importante, in quanto consente di adattare automaticamente il programma ai parametri di luminosità di qualsiasi tipo di pavimento e di linea. L'assegnazione delle variabili, ovvero la lettura dei valori forniti dal sensore di luminosità, è regolata dalla pressione del sensore al tatto, ed è gestita dalla funzione Controlla_Sensore_Tatto(). In particolare, il robot dovrà essere posizionato sul pavimento e sarà acquisito il valore della luminosità premendo e rilasciando il sensore al tatto: il robot leggerà il valore ed emetterà un doppio beep di conferma, poi bisognerà spostare il sensore sulla linea da seguire in modo da acquisire il valore della luminosità, premendo e rilasciando di nuovo il sensore: anche in questo caso il robot leggerà il valore ed emetterà un doppio beep di conferma. Con un terza pressione e rilascio del sensore al tatto, il robot inizia la sua marcia. La funzione Segui_Linea( ) gestisce infine l'avanzamento del robot lungo la traccia; l'algoritmo su cui si basa è il seguente: se il valore corrente letto dal sensore di luminosità è `<=pavimeto-ISTERESI`, allora significa che il robot si sta allontanando dalla linea, quindi bisogna sterzare a Dx, ovvero verso l'interno; quando invece il valore letto sulla linea è `>=linea+ISTERESI` il robot sterzerà verso sinistra. Nel caso infine in cui il valore di luminosità è compreso tra i due valori: `pavimento-ISTERESI` e `linea+ISTERESI` il robot procede dritto in avanti. Come si vede la costante ISTERESI è un parametro del programma che consente di impostare la "precisione" del nostro Line Follower. Bene… non vi resta che provare!! Anche per questa puntata è tutto…..nel prossimo numero vedremo come è possibile autocostruire in modo semplice ed economico dei nuovi sensori con cui equipaggiare Lego Mindstorms e ci occuperemo della funzionalità datalogging, non mancate!! ❏

CODICE MIP 2756619

luditronica

Le vignette ludiche di Fare Elettronica

SARA' UN SUCCESSONE SU YOUTUBE!

VITA DA ROBOT

MANIA' 2009

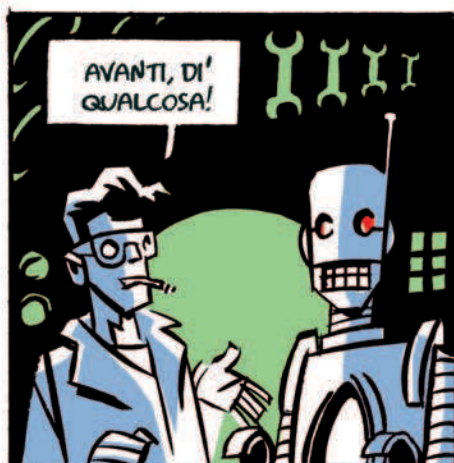
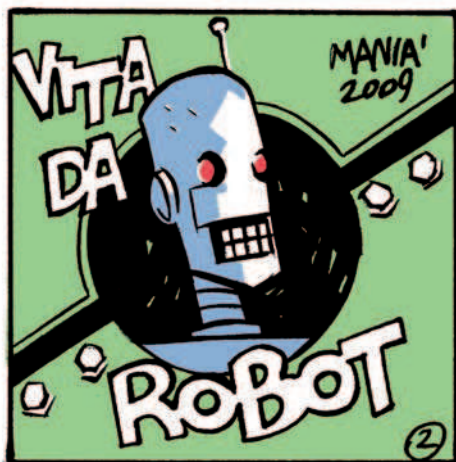
2

FZZZ

TI HO PROGETTATO PER ESSERE IL ROBOT PIU' COMPLESSO MAI COSTRUITO!

IL CERVELLO POSITRONICO TI FORNISCE L'INTELLIGENZA DI UN QUALUNQUE ESSERE UMANO!

AVANTI, DI' QUALCOSA!

A CHE ORA COMINCIA LA PARTITA?

PELLE *artificiale*

Silicone, poliuretano, gomma o lattice è quello che vediamo e che di solito riveste ogni animatronic; un rivestimento che separa l'esterno dai leveraggi, dai motori e dalle schede elettroniche adatte ai movimenti meccanici interni

Nell'essere umano la pelle ha molteplici funzioni: protezione da agenti esterni, secrezione, termoregolazione, ricezione degli stimoli provenienti dall'esterno, grazie alla presenza di recettori che funzionano come sensori e che permettono la percezione del tatto, della posizione, del dolore e della temperatura. A queste funzioni della pelle si aggiungono alcune caratteristiche altrettanto importanti come la flessibilità, l'elasticità, l'impermeabilità e la capacità di autoripararsi. In **figura 1** è rappresentata una sezione della pelle dell'essere umano dopo millenni di evoluzione. Nella costruzione dei nostri robot sarà certamente difficile raggiungere una simile perfezione, anche se molti centri universitari di robotica stanno lavorando alla realizzazione di una "pelle artificiale intelligente". Negli animatronic, la "pelle" è costituita da materiali molto somiglianti, almeno in termini di colorazione, elasticità e impermeabilità, alla pelle umana; ritroviamo infatti lattice, gomma e siliconi specifici per stampi. Sarà impossibile, riproducendo la pelle umana, riprodurre la stessa densità di recettori per cm^2 che ritroviamo nelle diverse aree del corpo; possiamo però provare ad immettere piccoli sensori al tatto nello stampo, cosicché il nostro robot possa capire quando verrà toccato o sfiorato e rendendolo così un po' intelligente. In un animatronic, la pelle ha uno

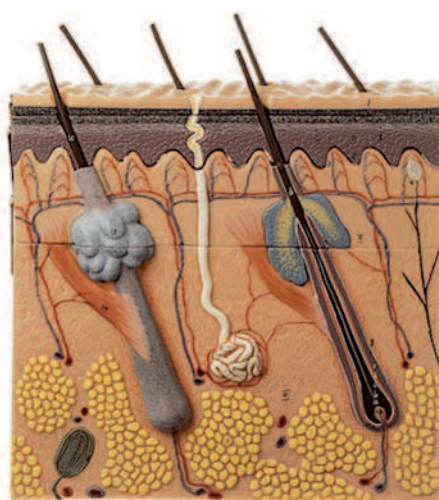



Figura 1: schema a sezione della pelle umana.

Figura 2: calco del dito all'interno di una vaschetta di contenimento.

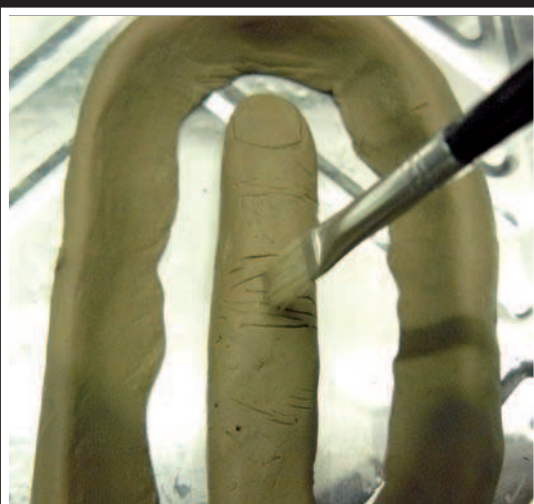



Figura 3: argine di contenimento per la gomma siliconica e posizionamento del distaccante.

Figura 4: colata sul calco della gomma siliconica.

scopo essenzialmente estetico, è la parte visibile, la parte esterna del robot, la parte che tutti possono vedere e toccare; saranno pertanto i minimi dettagli a far sembrare "viva" la nostra creatura, che si tratti di creatura animale, umana o di pura fantasia. Si possono aggiungere alcuni particolari per poterla far sembrare reale: capelli, baffi, denti, squame, piume... Solitamente appoggia su una struttura in vetroresina con lo scopo di separare e nascondere dall'esterno i meccanismi interni atti al movimento; un'elettronica appropriata coordinerà i movimenti con i suoni, i sensori interni o esterni renderanno l'animatrone intelligente. In un animatronic la pelle (sintetica, di pelliccia o di qualsiasi rivestimento siliconico con cui deciderete di rivestire il robot) sarà fisicamente l'ultimo passo da fare, ma nonostante questo, è importante da subito conoscere gli spazi entro i quali i meccanismi interni dovranno lavorare. Per questo motivo, spiegheremo la pelle come prima procedura. Come esempio costruiremo il calco del dito di una mano. Ricordo che questo è solo un esempio e per i principianti conviene iniziare da piccole parti sia per prendere dimestichezza con i prodotti sia per non sprecare gli stessi materiali. Purtroppo i materiali che dovranno essere usati per i calchi o rivestimenti sono prodotti particolari e per questo dovremmo rifornirci in negozi specializzati. I materiali utilizzati si avvalgono di catalizzatori chimici per arrivare a rapida essiccazione; non dimenticate quindi di usare occhiali, mascherina e guanti di protezione (la sicurezza prima di tutto!).

Materiale occorrente

Ecco la lista di tutto il materiale occorrente per la costruzione del dito:

- guanti monouso;
- mascherina;
- occhiali;
- taglierino;
- vaschette di alluminio;
- stucco o argilla;
- bacchetta in legno per miscelazione;
- gomma siliconica per stampi;
- catalizzatore per gomma siliconica;
- distaccante liquido per stampi, bilancia di precisione.

1- Creazione del calco

Il primo passo da fare è creare e modellare una copia di quello che vorremmo duplicare il più possibile reale nelle dimensioni e nei particolari; otterremo così una scultura chiamata "calco" (nel nostro caso un dito). La **figura 2** mostra il calco del dito all'interno della vaschetta di contenimento. Se saremo precisi in questa fase eviteremo problematiche future (ricordo che la fretta è una pessima "compagna di viaggio"); infatti lo stampo che andremo poi a fare sarà la copia identica (anche in ogni minimo particolare) di quello che abbiamo creato. Le dimensioni dello stampo dovranno contenere eventuali schede elettroniche, sensori o parti meccaniche costruite precedentemente e tutto il necessario per i movimenti e per questo il nostro stampo dovrà essere frutto di un attento progetto iniziale. Una volta creato il calco nelle dimensioni reali (io ho usato del comunissimo stucco per finestre, acquistabile in ferramenta al costo di 50 centesimi per 100 grammi, ma è possibile usare creta, argilla, pongo ecc.)

Figura 8: dito robotica con la nostra pelle artificiale colorata con aerografo.

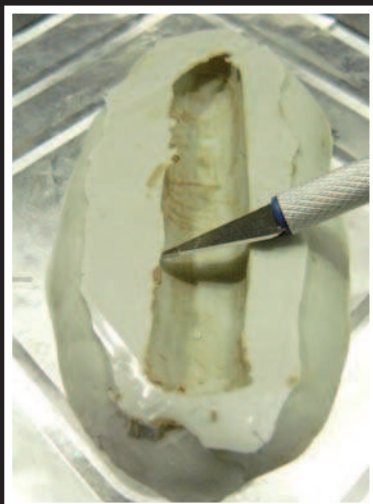



Figura 5: rifilatura e pulizia del calco negativo.

Figura 6: la prima colata nello stampo negativo.

Figura 7: distacco della "pelle artificiale" dal calco negativo.

LISTA COMPONENTI

R1	22M
R2	10K
R3	1K
R4	1K
C1	100uF
T1	2N7000
T2	BC237

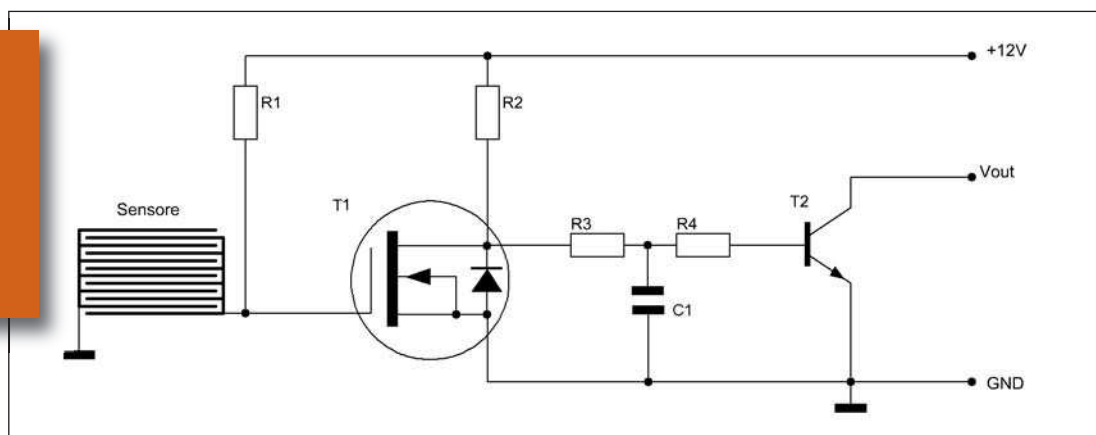



Figura 9 schema circuito stampato per sensore a sfioramento.

dovremmo poi creare una copia negativa di quello che abbiamo fatto. Il prodotto usato per creare questa copia è una gomma siliconica liquida, usata in campo industriale o alimentare. Questa gomma utilizza un catalizzatore che la porterà a consolidarsi in circa 3 ore. Si consiglia di maneggiarla con attenzione.

2- La colata in gomma

Creeremo un argine di contenimento più alto del calco e con un pennello molto morbido cospargeremo il calco di un distaccante apposito che faciliterà il distacco del calco negativo ad essiccazione avvenuta **(figura 4)**. Prepareremo il composito di gomma siliconica e catalizzatore nelle giuste proporzioni consigliate dalla casa produttrice (nel mio caso il 5% di catalizzatore su 100 grammi di gomma siliconica). Aiutandoci con una bilancia di precisione faremo attenzione a mescolare bene i due prodotti, dopodiché verseremo il composto sul calco, ricoprendolo completamente **(figura 4)**.

3- Rifinitura del calco

Trascorse le tre ore, o il tempo consigliato, con attenzione e lentamente, distaccheremo il calco negativo dalla scultura cercando di non danneggiare il calco negativo. Con un taglierino rifileremo il calco da eventuali sbavature o imperfezioni di stampo e dagli eventuali residui di stucco, creta o di quello che abbiamo usato per la scultura **(figura 5)**. Siamo a metà dell'opera. Abbiamo ottenuto un calco negativo del nostro dito ma per creare la vera e propria "pelle artificiale" serve ancora un altro passaggio importante. Il nostro calco negativo in gomma siliconica farà da stampo per ottenere il positivo della "pelle" vera e propria, quella che andremo ad installare sul robot. In questa fase dovremmo ottenere una "pelle" elastica e resistente di circa 2-3 mm di spessore; ricordo che più spessa sarà la pelle sintetica e più troveranno resistenza gli attuatori che dovranno far muovere i meccanismi. Inoltre, la gomma siliconica, avendo una proprietà elastica, tenderà ad avere un effetto "molla" sui link di movimento.

4- Creazione della pelle

Puliremo il nostro calco negativo accuratamente e stenderemo con un pennello del distaccante per gomma siliconica. Comporremo ancora una soluzione composita di gomma siliconica e catalizzatore ma in minima parte, perché questo passaggio dovrà esser ripetuto 2 o 3 volte (a seconda dello spessore della "pelle" che vogliamo ottenere); stenderemo il composto sul calco negativo e lasceremo asciugare. A totale essiccazione, asciugata ogni colata di gomma, ripeteremo questo passaggio aumentando così lo spessore e la resistenza della "pelle".

5- Verniciatura

A totale essiccazione delicatamente distaccheremo il calco positivo da quello negativo ottenendo così la "pelle" vera e propria, quella da applicare sul nostro robot **(figura 7)**. Adesso starà alla nostra vena artistica far diventare il più reale possibile la nostra creazione: potremmo aiutarci nel colore con un aerografo e colorare lo stampo con colori simili al derma umano, potremmo applicare un'unghia finta o della peluria ottenendola, ad esempio, dalle setole di vecchi pennelli inutilizzati. Le dimensioni prese precedentemente della meccanica e l'elasticità della gomma siliconica faranno si che la nostra pelle possa combaciare perfettamente con la meccanica costruita.

6- Inserimento nella meccanica

Nel nostro caso la "pelle" è stata colorata per renderla più reale possibile. Sono stati usati colori acrilici, un aerografo e tanta pazienza. Una volta asciugato il colore, potremmo posizionare la nostra pelle artificiale sul dito meccanico fermandolo con del collante a rapida essiccazione, rendendo il movimento sicuramente più affascinante e di sicuro effetto visivo **(figura 8)**. Ottenuta una certa dimestichezza con i materiali da stampo, potremmo introdurre nei diversi passaggi, dei sensori interni rendendoli così parte integrante dello stampo e della pelle stessa. In **figura 9** è riportato un esempio di un circuito a sfioramento che potrà essere inserito nella colata del calco; in questo modo il dito riconoscerà quando sarà toccato da qualcuno e potrà così reagire in base all'elettronica che avrete preferito. Il circuito è dotato di uscita open-collector e sfrutta l'elevata impedenza di un FET di tipo 2N7000. Toccando il sensore la tensione del gate scende quasi a zero interdicendo T1. T2 inverte il segnale per cui se T1 è interdetto T2 è in conduzione. R3 e R4 forniscono la corretta tensione alla base di T2 mentre C1 introduce un leggero ritardo per evitare eventuali rimbalzi sul contatto del sensore.
Diminuendo R1 si diminuisce la sensibilità, tuttavia non è consigliato scendere al sotto dei 10MOhm. ❑

CODICE MIP 2756603

IEshop

Lo shop della Community dell'elettronica

In un unico DVD oltre 100 riviste in formato pdf!

PRIMO PIANO

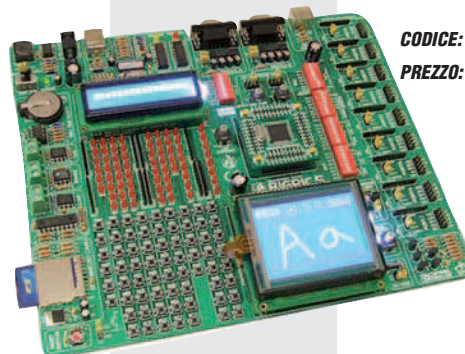
FARE ELETTRONICA: Annate complete dal 2003 al 2008, PIC Projects vol 1 e 2, AVR Projects vol.1, Speciale 100 progetti per 1000 applicazioni, speciale CNC.
FIRMWARE: Annate complete dal 2006 al 2008.
ELEKTOR: i tre numeri del 2008 più l'introvabile numero zero!
In totale oltre 100 riviste in PDF ad alta risoluzione, potrai stampare gli articoli di tuo interesse senza perdere la qualità della rivista ed avere disponibili i downloads degli articoli senza andare su internet.

CODICE: FEFWEK-DVD

PREZZO: € 118.80

Per sviluppare con i PIC

NOVITA'

Sistema di sviluppo per i più recenti microcontrollori PIC® a 64 e 80-pin (composto da PIC18F8520 operante a 10MHz). Programmer On-Board USB 2.0 ad alte prestazioni con installazione semplificata dei drivers. BIGPIC5 è stata progettata per permettere a studenti e ingegneri di esercitarsi facilmente ed esplorare le possibilità dei microcontrollori PIC®. La scelta intelligente per PIC® MCU debugging mikroICD è uno strumento ad alta efficienza per il debugging in Real-Time a livello hardware. Il debugger ICD fornisce l'accesso all'esecuzione di un programma su un host PIC®.

CODICE: BIGPIC5

PREZZO: € 26.80

Datasheet a portata di click

NOVITA'

Un CDROM che contiene il database e la tavola degli equivalenti degli amplificatori operazionali, comparatori, stabilizzatori e regolatori. Un potente motore di ricerca permette di interrogare il database cercando non solo per tipo ma per costruttore, per contenitore, pinout e voltaggio.

Contenuto: Oltre 40,000 differenti tipi - Ora con Analogswitches e Multiplexer - Pin assignment, Manufacturer - Dimensioned outline drawings - Maximum e characteristic ratings - Possibilità di selezione e ricerca estesa - Nuovo: possibilità di scaricare data sheets originali (formato PDF) - Nuovo: lista tipi con ricerca a pieno testo.

Requisiti di sistema: Windows 98/ME/NT/2000/XP, CD-ROM-Drive. Multilingua: Tedesco, Inglese

CODICE: ECA-407 LIN-DISK

PREZZO: € 54.00

BEST SELLER

Progetta con i PIC

Testo digitale in formato PDF ad alta risoluzione sull'apprendimento dei microcontrollori PIC utilizzando il linguaggio assembler.

INDICE DEGLI ARGOMENTI:

1. Introduzione ai PICmicro
2. Gli strumenti necessari
3. Un semplice lampeggiatore a LED
4. Architettura interna del PIC16F84A
5. Realizzazione delle "luci in sequenza"
6. Le porte di I/O
7. Il contatore TMR0 ed il PRESCALER
8. Gli interrupt
9. Reset
10. Il Power Down Mode
11. Il Watch Dog Timer (WDT)
12. Scrittura e lettura dati da EEPROM
13. Esempi ed applicazioni pratiche
14. Set di istruzioni
15. Direttive dell'assembler MPASM

Appendici:

A. La programmazione ICSP dei PICmicro
B. Tabelle
C. Glossario dei termini utilizzati
D. Routine Assembler di varia utilità
E. Il contenuto del CD

CODICE: EB-PICMICRO

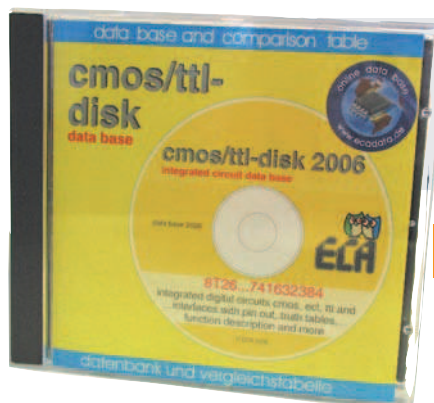
PREZZO: € 14.40

Bundle Q

2 CD-ROM dell'annata 2008 di Fare Elettronica e Firmware ad un prezzo special
Il bundle è composto da:
CDROM Annata 2008 di Fare Elettronica
CDROM Annata 2008 di Firmware

CODICE: BUNDLE Q

PREZZO: € 49.00

BUNDLE

ECA-405 CMOS/TTL-DISK 2006

OFFERTA

Contiene più di 96.000 circuiti integrati digitali CMOS 400/7400, ttl 7400, ECL (10k/100k) e T75 (interfaces) divisi in 2610 famiglie per i quali sono specificati caratteristiche e valori massimi. Il semplice click del mouse, sul componente selezionato, farà apparire: lo schema interno, le dimensioni del contenitore, specifiche dettagliate delle funzioni, tavola della verità, informazioni sulle applicazioni, i contenitori disponibili, il costruttore (completo di indirizzo) e il simbolo secondo lo standard IEEE 91.

CODICE: ECA-405

PREZZO: € ~~54.00~~ 30.00

Starter kit CB220

Kit per gli utenti che vogliono imparare ad usare facilmente il controllore Cubloc CB220. Tramite la Study board si possono testare tutte le funzionalità del controllore.

IL KIT COMPRENDE:
1 Modulo Cubloc CB220
Cubloc study board
Cavo seriale RS232
Manuale
CD
Alimentatore (9~ 24V DC, minimo 200mA) non incluso
CODICE: CB220-SK
PREZZO: € 142.80

CAD per circuiti stampati

Proteus Professional PCB Design è una soluzione completa per la progettazione elettronica comprendente uno schematic capture (ISIS Schematic Capture), simulatore mixed mode SPICE (ProSPICE basic simulator) ed un PCB Design (ARES PCB Layout) con autorouting. ISIS Schematic Capture è il cuore di Proteus. Si tratta di un software di disegno perfetto per la realizzazione di schemi come quelli che compaiono sulle riviste, molto accattivanti rispetto ai più "piatti" ed essenziali schemi elettrici prodotti normalmente dai CAD. Grazie alla possibilità di esportare da ISIS file grafici o passare l'immagine alla clipboard di Windows, è semplicissimo incorporare nei software di impaginazione gli schemi (o parti di schemi) per una ottimale generazione della documentazione tecnica. Con ISIS è possibile definire stili di template applicabili sia gli aspetti grafici complessivi che alle librerie. Nonostante queste "attenzioni" alle apparenze, ISIS è ottimizzato per essere un front end alla progettazione del PCB.
ARES è il pacchetto software per la progettazione dei PCB che si integra perfettamente con ISIS attraverso le netlist che descrivono gli schemi elettrici generati dallo stesso ISIS. Integrando avanzati sistemi di posizionamento automatico dei componenti e di autorouting, ARES consente di risparmiare tempo nella progettazione dei PCB; in alternativa è sempre comunque possibile lo sbroglio manuale del circuito stampato. Il pacchetto comprende inoltre il simulatore PROSPICE, costruito intorno allo standard SPICE, il simulatore analogico sviluppato dall'Università di Berkeley in California. Tuttavia, intorno a questo algoritmo, sono state fatte una serie di implementazioni per garantire in condizioni di simulazione mixed mode (analogico e digitale) il massimo delle prestazioni e dell'attendibilità dei risultati. PROSPICE garantisce la piena compatibilità con i modelli di simulazione SPICE forniti dai costruttori di componentistica, che sempre di più affiancano queste librerie alla loro tradizionale documentazione. Attualmente sono disponibili oltre 6000 modelli di simulazione già associati ai simboli di ISIS.
Massimo numero di pin nella netlist: 500 (escluse via e terminals)
Shape-based Power Planes: 1 Per layer
Standard autorouting
Basic Simulation
CODICE: P-PCB-SK
PREZZO: € 402.00

Sprint Layout

Con Sprint-Layout è possibile disegnare il proprio PCB in modo facile e veloce. Non c'è alcun vincolo di utilizzo e accesso alle potenzialità di questo strumento di lavoro. Grazie alla semplice e intuibile struttura di Sprint-Layout l'apprendimento di utilizzo è ampiamente semplificato, permettendo di concentrarsi sul lavoro essenziale: disegnare e ottimizzare i propri layouts PCB. Sprint-Layout offre tutte le funzioni di cui si ha bisogno per disegnare i propri layouts. Naturalmente, è presente una libreria estensiva con tutti i componenti comuni inclusi. Per la creazione a mano del proprio PCB, esiste un eccellente procedura printout con molte opzioni disponibili. Se si vuole produrre boards professionali, sono presenti diversi produttori di PCB che accettano il formato di Sprint-Layout. Se richiesto, è possibile esportare il proprio layout nel formato GERBER e EXCELLON. Sprint-Layout è inoltre in grado di creare files HPGL per isolation-milling.
La nuova versione 5.0 include diverse nuove caratteristiche e miglioramenti che rendono l'applicazione più confortevole. Come sempre, ci prendiamo molta cura della gestione user-friendly.
Ovviamente la nuova versione 5.0 è completamente compatibile con tutte le vecchie versioni di Sprint-Layout. E' possibile caricare tutti i vecchi files e modificarli utilizzando la nuova versione.
CODICE: SPRINT-LAYOUT 5.0
PREZZO: € 47.88

Per programmare gli AVR

AVRprog2 è un programmatore IN-SYSTEM per microcontrollori Atmel AVR (compatibile con la maggior parte dei microcontrollori AVR). Il micro viene connesso al programmatore attraverso 6 conduttori di cui due sono +5V e GND. A differenza di altri programmatori che utilizzano il bootload (quindi una parte di memoria del micro è riservata al programma di bootload) l'ATflash2 opera in modo che tutta la memoria del micro sia disponibile.
CODICE: AVRPROG2
PREZZO: € 106.80

CONTI CORRENTI POSTALI - Ricevuta di Versamento — BancoPosta

€ sul C/C n. 70107552 di Euro

importo in lettere

INTESTATO A: INWARE EDIZIONI SRL

ESEGUITO DA:
VIA - PIAZZA
CAP
LOCALITÀ

BOLLO DELL'UFF. POSTALE

AVVERTENZE
Il Bollettino deve essere compilato in ogni sua parte (con inchiostro nero o blu) e non deve recare abrasioni, correzioni o cancellature.
La causale è obbligatoria per i versamenti a favore delle Pubbliche Amministrazioni.
Le informazioni richieste vanno riportate in modo identico in ciascuna delle parti di cui si compone il bollettino.

CAUSALE

CONTI CORRENTI POSTALI - Ricevuta di Accredito — BancoPosta

€ sul C/C n. 70107552 di Euro

TD 451

importo in lettere

INTESTATO A: INWARE EDIZIONI SRL

CAUSALE

ESEGUITO DA:
VIA - PIAZZA
CAP
LOCALITÀ

BOLLO DELL'UFF. POSTALE
codice bancoposta

IMPORTANTE: NON SCRIVERE NELLA ZONA SOTTOSTANTE
importo in euro numero conto td

70107552 < 451>

AUT. DB/SISB/E 20017 DEL 11.04.2006

IMPORTANTE: NON SCRIVERE NELLA ZONA SOPRASTANTE!

AVVERTENZE

Il Bollettino deve essere compilato in ogni sua parte (con inchiostro nero o blu) e non deve recare abrasioni, correzioni o cancellature.

La causale è obbligatoria per i versamenti a favore delle Pubbliche Amministrazioni.

Le informazioni richieste vanno riportate in modo identico in ciascuna delle parti di cui si compone il bollettino.

Indagine sui lettori

Aiutaci a conoscerti meglio!
Con il tuo aiuto riusciremo ad offrirti una rivista sempre più in linea con le tue aspettative!

IL TUO SETTORE DI COMPETENZA:

- ❑ **B05** Direzione Tecnica
- ❑ **B06** Progettazione
- ❑ **B07** Studente
- ❑ **B08** Direzione Acquisti
- ❑ **B09** Insegnante
- ❑ **B10** Altro . . . .

PRODOTTO PRINCIPALE O SERVIZIO OFFERTO DALL'AZIENDA DOVE LAVORI:

- ❑ **C11** Apparecchiature elettriche, elettroniche, ICT
- ❑ **C12** Elettrodomestici
- ❑ **C13** Consulenza
- ❑ **C14** Apparecchiature scientifiche, misura e controllo
- ❑ **C15** Automotive
- ❑ **C16** Vending
- ❑ **C17** Altro . . . .

NUMERO DI DIPENDENTI DELLA TUA AZIENDA:

- ❑ **D18** fino a 10
- ❑ **D19** da 10 a 50
- ❑ **D20** da 50 a 100
- ❑ **D21** da 100 a 500
- ❑ **D22** oltre 500

Solo se sei abbonato, indica il tuo codice abbonato: . . . .
e barra la casella di interesse:

TIPO DI ABBONAMENTO:

- ❑ **A01** Personale uso professionale
- ❑ **A02** Aziendale
- ❑ **A03** Scuola o Università
- ❑ **A04** Personale uso hobbistico

FE

Compila il cedolino e invialo
in busta chiusa o via fax allo 02 66508225
e riceverai GRATIS a tua scelta
UN CD-ROM DEL VALORE DI 10 EURO

(barrare con una croce quello preferito)

FOTOGRAFIA DIGITALE: un corso completo che guida l'utente nel mondo della fotografia utilizzando le moderne fotocamere digitali.

BABYLON: il traduttore istantaneo italiano/inglese inglese/italiano più conosciuto nel mondo.

iPOD CONVERTER: il software per convertire i filmati e i file audio in un formato idoneo all'iPOD.

Grazie per la preziosa collaborazione!

Se vuoi ordinare "offline" ovvero senza usare internet, usa il seguente modulo d'ordine **PRODOTTI**

COD. PRODOTTO	DESCRIZIONE	PREZZO UNITARIO	Q.tà	Totale
			SUB TOTALE	
			SPESE DI SPEDIZIONE	
			TOTALE	

Nota. Se le righe non sono sufficienti, utilizzare più copie del modulo.
Per maggiori dettagli sulle spese di spedizione e i metodi di pagamento vedi retro cartolina.

METODI DI PAGAMENTO

☐ **BONIFICO BANCARIO** ☐ **BOLLETTINO POSTALE** ☐ **CONTRASSEGNO**

☐ EUROCARD MasterCard ☐ VISA ☐ AMERICAN EXPRESS

TITOLARE. . . . .
NUMERO . . . .
DATA DI SCADENZA. . . . . CODICE DI SICUREZZA . . . .

INVIARE IL MODULO D'ORDINE A: Inware Edizioni srl, via Cadorna 27/31 - 20032 Cormano (MI) - oppure via FAX allo 02 66508225
(Inviando questo modulo si accettano i termini e le condizioni riportate a tergo)

Nome . . . . Cognome . . . .
Indirizzo . . . . n° . . . .
Cap . . . . Città . . . . Prov . . . .
Tel . . . . Fax . . . . Email . . . .
Ragione Sociale . . . .
Codice fiscale . . . . Partita IVA . . . .

DATA . . . . FIRMA . . . . ☐ Fattura

Modulo d'ordine (o rinnovo) dell'**ABBONAMENTO**

FE

☐ Abbonamento Standard a 11 numeri di Fare Elettronica a soli euro 49,50
☐ Abbonamento Standard a 11 numeri di Fare Elettronica + Firmware a soli euro 89,00
☐ Abbonamento Plus a 11 numeri di Fare Elettronica a soli euro 55,50 Include il CD-ROM dell'annata 2008
☐ Abbonamento Plus a 11 numeri di Fare Elettronica + Firmware a soli euro 99,00 Include i CD-ROM delle annate 2008

METODI DI PAGAMENTO (per maggiori dettagli vedi retro cartolina)

☐ **BONIFICO BANCARIO** ☐ **BOLLETTINO POSTALE**

☐ EUROCARD MasterCard ☐ VISA ☐ AMERICAN EXPRESS

TITOLARE. . . . .
NUMERO . . . .
DATA DI SCADENZA. . . . . CODICE DI SICUREZZA . . . .

INVIARE IL MODULO D'ORDINE A: Inware Edizioni srl, via Cadorna 27/31 - 20032 Cormano (MI) - oppure via FAX allo 02 66508225
(Inviando questo modulo si accettano i termini e le condizioni riportate a tergo)

Nome . . . . Cognome . . . .
Indirizzo . . . . n° . . . .
Cap . . . . Città . . . . Prov . . . .
Tel . . . . Fax . . . . Email . . . .
Ragione Sociale . . . .
Codice fiscale . . . . Partita IVA . . . .

DATA . . . . FIRMA . . . . ☐ Fattura

ISTRUZIONI PER L'ORDINE E SPESE DI SPEDIZIONE

Il modulo d'ordine dovrà essere compilato in tutte le sue parti ed inviato via posta o via fax ai recapiti indicati sul modulo d'ordine stesso. Gli ordini potranno essere fatti anche direttamente online dal sito www.ieshop.it. In questo caso non sarà necessario inviare il modulo d'ordine. Le spese di spedizione ammontano a euro 8,50 a cui vanno aggiunti euro 3,50 se si sceglie di pagare in contrassegno.

METODI DI PAGAMENTO

Si accettano pagamenti ino in contrassegno, carta di credit, bollettino postale o bonifico all'ordine. Per il contrassegno verrà applicata una spesa aggiuntiva di euro 3,50 per le spese di contrassegno. Forme diverse di pagamento devono essere previamente concordate.

Bonifico bancario

Appoggiato su Poste Italiane IBAN: IT 68 I 07601 01600 000070107552 intestato a Inware Edizioni srl.

Bollettino postale

Versamento sul conto corrente postale n. 70107552 intestato a Inware Edizioni srl. Inviare la ricevuta (o copia) del versamento.

Contrassegno

La merce verrà pagata direttamente al corriere alla consegna della merce. Il pagamento in contrassegno comporta l'addebito di euro 3,50per spese di contrassegno.

Carta di Credito

Il pagamento con carta di credito può essere effettuato specificando i dati della carta via posta, email, web, fax o telefono. Per gli ordini effettuati sul sito il pagamento mediante carta di credito verrà effettuato attraverso una connessione sicura SSL per garantire la massima sicurezza.

TERMINI E CONDIZIONI

Tutti i prodotti sono coperti da garanzia. La garanzia copre tutti i difetti di fabbricazione entro un anno dal ricevimento della merce. Tutti i prodotti non funzionanti per uso improprio o incuria non saranno ritenuti in garanzia e saranno addebitati gli eventuali costi di riparazione. Tutti i prodotti verranno riparati e/o sostituiti direttamente dal produttore. Non sono coperti da garanzia i componenti elettronici (microprocessori, memorie, ecc.) La garanzia dei prodotti si intende F.co ns. sede, le eventuali spese di trasporto sono a carico del cliente salvo accordi diversi. Per dar corso alla riparazione/sostituzione in garanzia è necessario seguire l'apposita procedura di RMA.

PRIVACY

Ai sensi del Decr. Lgs. 196/2003 la informiamo che i dati trasmessi verranno impiegati coi principali scopi di indagini di mercato e nelle modalità previste dallo stesso, prevalentemente con mezzi informatici. Il conferimento, di norma facoltativo, è obbligatorio per permettere il rapporto commerciale. È in ogni caso fatto diritto dell'interessato esercitare i propri diritti, nei modi previsti dal "Titolo II art. 7" della legge sopra citata, scrivendo a Inware Edizioni srl, Via Cadorna 27 – 20032 Cormano o tramite email all'indirizzo info@inwaredizioni.it

---

ABBONARSI ALLE RIVISTE INWARE EDIZIONI CONVIENE!

I vantaggi per gli abbonati sono, oltre al prezzo bloccato per un anno, la ricezione del numero direttamente a casa con la garanzia di ricevere tutti i numeri.
Inoltre un vistoso risparmio che nel caso dell'abbonamento ad entrambe le riviste, ammonta a ben 43 euro.
L'abbonamento ha una durata di 12 mesi e comporta l'invio di 11 numeri di Fare Elettronica. Eventuali variazioni di indirizzo andranno comunicate tempestivamente alla Redazione che provvederà a registrare il cambiamento senza alcuna spesa aggiuntiva. L'abbonamento decorrerà dal primo numero raggiungibile alla data di avvenuto pagamento. Non sono previsti rimborsi in caso di disdetta dell'abbonamento.

METODI DI PAGAMENTO

Bonifico bancario

Appoggiato su Poste Italiane IBAN: IT 68 I 07601 01600 000070107552 intestato a Inware Edizioni srl.

Bollettino postale

Versamento sul conto corrente postale n. 70107552 intestato a Inware Edizioni srl. Inviare la ricevuta (o copia) del versamento indicando nella causale:
"Abbonamento Fare Elettronica"

Carta di Credito

Il pagamento con carta di credito può essere effettuato specificando i dati della carta via posta, email, web, fax o telefono. Per gli ordini effettuati sul sito il pagamento mediante carta di credito verrà effettuato attraverso una connessione sicura SSL per garantire la massima sicurezza.